

Komenczi Bertalan

# Információ és társadalom



Komenczi Bertalan  
INFORMÁCIÓ ÉS TÁRSADALOM

MÉDIAINFORMATIKAI KIADVÁNYOK

ISSN 1538-5380

Komenczi Bertalan

# **Információ és társadalom**

*Változatlan utánnymás*



EKF LÍCEUM KIADÓ, EGER

2008

*Lektorálta:*  
Horváth Tibor

*Sorozatszerkesztő:*  
Kis-Tóth Lajos

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a mű bővített,  
illetve rövidített változata kiadásának jogát is.  
A kiadó hozzájárulása nélkül sem a teljes mű, sem annak része semmiféle formában  
(fotókópia, mikrofilm vagy más hordozó) nem sokszorosítható.

ISSN 1538-5380

ISBN 963-9417-46-7

A kiadásért felelős:  
az Eszterházy Károly Főiskola rektora  
Megjelent az EKF Líceum Kiadó gondozásában  
Kiadóvezető: Kis-Tóth Lajos  
Felelős szerkesztő: Zimányi Árpád  
Borítóterv: Bíró Tünde  
Műszaki szerkesztő: Nagy Sándorné  
Megjelent: 2008. szeptember (változatlan utánnyomás)  
Példányszám: 100

Készült: az Eszterházy Károly Főiskola nyomdájában, Egerben  
Felelős vezető: Kérészy László

## Tartalom

BEVEZETŐ.....	8
1. INFORMÁCIÓ, TERMÉSZET ÉS TÁRSADALOM.....	10
1.1. Anyag, energia, információ .....	10
1.1.1. Az anyag .....	10
1.1.2. Az energia .....	11
1.1.3. Az információ .....	12
1.2. Információ és társadalom.....	13
1.3. Az információ és az ember szimbólumalkotó képessége.....	15
1.4. Az információ fogalmának értelmezései .....	19
1.4.1. Az információ köznyelvi értelmezése .....	19
1.4.2. Az információ értelmezése a megismerés szempontjából .....	20
1.4.3. Az információ filozófiai értelmezése .....	20
1.4.4. Az információ hírközlés-tudományi értelmezése .....	20
1.4.5. Az információ kommunikációelméleti értelmezése .....	20
1.4.6. Az információ gazdasági értelmezése .....	20
1.4.7. Az információ biológiai értelmezése.....	20
1.4.8. Az információ pszichológiai értelmezése.....	21
1.5. Az információk csoportosítása .....	21
2. MATEMATIKAI INFORMÁCIÓELMÉLET .....	23
2.1. A matematikai információfogalom.....	23
2.1.1. Az információfogalom műszaki-matematikai értelmezése .....	23
2.1.2. A matematikai információ.....	24
2.2. Az információmennyiség meghatározása .....	25
2.2.1. Az információmennyiség meghatározása.....	25
2.2.2. A kettes számrendszer és a kettes alapú logaritmus kitüntetett szerepe .....	27
2.3. Bináris logika.....	28
2.4. Kódolás.....	30
2.5. Információ és valószínűség, a Shannon-képlet.....	32
2.6. Entrópia és redundancia.....	34
3. INFORMÁCIÓ ÉS KOMMUNIKÁCIÓ BIOLÓGIAI RENDSZEREKBEN .....	37
3.1. A kibernetika alapfogalmai és az élő rendszerek.....	37
3.2. Információtárolás és -másolás a molekulák szintjén .....	40
3.3. A genetikai kód.....	45
3.4. Fehérjeszintézis .....	47
3.5. Mikroszkopikus kibernetika .....	49
3.6. Sejtek közötti információcsere .....	50
3.7. A génműködés szabályozása .....	51
3.8. Az idegrendszer .....	53
3.9. Az agy megismerő működése.....	56
3.10. Az egyedi agyak megszerveződése.....	57
4. INFORMÁCIÓ, JEL, JELENTÉS.....	61
4.1. A jelhasználat biológiai alapjai.....	61
4.2. A jel tudomány kialakulása és előzményei.....	63

4.3. Jel, jeltárgy, jelentés .....	66
4.4. Jeltipológia .....	67
4.5. A jelfolyamat elemei és a közöttük kialakuló kapcsolatok .....	69
4.5.1. A szigmatikai dimenzió .....	70
4.5.2. A szintaktikai dimenzió .....	71
4.5.3. A szemantikai dimenzió .....	71
4.5.4. A pragmatikai dimenzió .....	72
5. INFORMÁCIÓ ÉS KOMMUNIKÁCIÓ A TÁRSADALOMBAN .....	73
5.1. Az információfeldolgozás biológiai alapjai .....	73
5.2. Az állatok információs kapcsolatai és jelhasználata .....	75
5.2.1. Olfaktorikus információk .....	76
5.2.2. Auditív információk .....	76
5.2.3. Vizuális információk .....	76
5.2.4. Zooszemiotika .....	77
5.3. Antropogenezis .....	77
5.4. Kulturális és technikai evolúció .....	80
5.4.1. A Torontói Iskola .....	80
5.4.2. Információs forradalmak .....	82
6. A NYELVHASZNÁLAT ÉS A BESZÉDKOMMUNIKÁCIÓ .....	87
6.1. A nyelv információközlési funkciói .....	87
6.2. A nyelvi jel .....	90
6.3. A beszédkészség biológiai alapjai .....	91
6.4. A beszéd folyamat .....	94
6.5. Elsődleges és másodlagos szóbeliség .....	96
6.6. A nyelv társadalmi szerepe .....	98
7. ÍRÁS, KÖNYVNYOMTATÁS, OLVASÁS .....	101
7.1. Az írásbeliség társadalmi hatásai .....	101
7.2. Az írás kialakulása .....	103
7.3. Az olvasás .....	104
7.4. A könyvnyomtatás társadalmi hatásai .....	105
8. AZ ELEKTROMOSSÁGON ALAPULÓ TÁVKÖZLÉS, A HANG- ÉS A KÉPRÖGZÍTÉS, A TÖMEGKOMMUNIKÁCIÓ .....	109
8.1. A Marconi-konstelláció kibontakozása .....	109
8.2. A tömegkommunikáció és a média .....	111
8.3. Médiaelméletek .....	114
9. A SZÁMÍTÓGÉPES FORRADALOM – A KEZDETEKTŐL A MAINFRAME-IG .....	117
9.1. Korai számoló gépezetek: Blaise Pascal, Gottfried Wilhelm von Leibniz, Wilhelm Schickard, John Napier .....	117
9.2. Charles Babbage, Ada Byron és az Analytical Engine .....	118
9.3. Herman Hollerith tabulátorgépétől Howard Aiken elektromechanikus számítógépéig .....	119
9.3.1. Herman Hollerith és a lyukkártyarendszerű adatfeldolgozó gépek .....	119
9.3.2. A Differencial Analyzer és a MARK I. (Elektromechanikus elven működő analóg és digitális gépek) .....	120

9.4. Számítógép-fejlesztések a 2. világháború alatt – az ENIAC és Neumann János.....	121
9.5. A mainframe-korszak .....	122
10. A SZÁMÍTÓGÉPES FORRADALOM – A SZÁMÍTÓGÉP METAMORFÓZISA .....	125
10.1. J. C. R. Licklider és az ember-számítógép szimbiózis.....	125
10.2. Kemény János és a BASIC .....	128
10.3. Douglas C. Engelbart és az Augmentation Research Center .....	128
10.4. Az első személyi számítógépek – grafikus felhasználói felület.....	130
11. INFORMÁCIÓROBBANÁS, HIPERTEXT, MULTIMÉDIA, INTERNET ÉS A VIRTUÁLIS VILÁGKÖNYVTÁR.....	137
11.1. A génektől a mémekig.....	137
11.2. Információrobbanás és világkönyvtár.....	138
11.3. Vannevar Bush és a memex koncepciója .....	139
11.4. Hipertext, multimédia és hipermedia.....	140
11.4.1. Hipertext.....	140
11.4.2. Multimédia .....	141
11.4.3. Hipermedia.....	143
11.5. Internet.....	143
11.6. A World Wide Web.....	145
11.7. Navigáció.....	147
11.8. Számítógépes információszolgáltatás .....	147
12. AZ INFORMÁCIÓS TÁRSADALOM .....	151
12.1. A társadalmi formációk megnevezése, korszakjellemzők .....	151
12.2. Az információs társadalom kezdetei.....	152
12.3. A 70-es évek információs társadalmának víziói .....	153
12.4. Az információs társadalom ismérvei .....	154
13. INFORMÁCIÓKRITIKA .....	157
13.1. Korai információtechnológia-kritikák .....	157
13.2. Régi és új keletű idolumok .....	158
13.3. Kritikus vélemények az információtechnológiával szemben.....	159
13.4. A multimédia túlértékelése.....	161
13.5. Neil Postman technológiakritikai nézetei .....	162
14. JÖVŐPERSPEKTÍVÁK .....	165
14.1. A jövő tanulmányozása .....	165
14.2. Az infokommunikációs technológia fejlődési trendjei .....	166
14.3. A tanulás forradalma: a hipertanulás .....	169
14.4. Az olvasás és a könyvtár jövője.....	172
14.5. A könyvek és a könyvtárosok szerepéről .....	175
IRODALOM .....	177
NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ .....	185
A SZÖVEGBEN TALÁLHATÓ IDEGEN SZAVAK MAGYARÁZATA .....	193



## Bevezető

Az Információ és társadalom tárgy a könyvtáros-informatikus képzés egyik alapozó elméleti tantárgya. Interdiszciplináris tárgyként az információval foglalkozó tudományok alapelemeit, illetve más, az információval kapcsolatos tudományterületeket foglal magában. Mivel átfogó, egyetemes, általános információelmélet, illetve kikristályosodott információtudomány még nem alakult ki, a tananyag összeállítása során sem tűzhattük ki célul a teljesség és a véglegesség igényét. Ehelyett inkább az információval foglalkozó tudományok néhány fontos elemét emeltük ki, és az ember, információ és társadalom kapcsolatrendszerben foglaltunk meg fontos alapösszefüggéseket. A tartalom összeállítása tudomány-, technika- és társadalomtörténeti összefüggésekben gondolkodva történt, nem feledkezve meg az információk felhasználásával kapcsolatos antropológiai, szociológiai és filozófiai kérdésekről sem.

A tananyag szerkesztésének egyik vezérlő elve a **rendszer szemléletű megközelítés**. Ez azt jelenti, hogy az egyes témákat (részrendszerek) horizontális és vertikális kapcsolatainkban, azaz mindig egy nagyobb rendszer elemeként vizsgáljuk. Törekszünk az információk, illetve az azokat feldolgozó rendszerek világos körülhatárolására. Három alapvető információfeldolgozó rendszert tételezünk a nekik megfelelő információfeldolgozási formákkal. Ezek: a molekuláris rendszerek, az idegrendszer és a digitális infokommunikációs technológia.

A szerteágazó ismeretanyagon végighúzódnó másik vezérfonál az **evolúciós szemlélet**. Ennek lényegét az a tudományos módszer jelenti, hogy a vizsgált rendszerek jelenlegi állapotát azok előtörténetére vezetjük vissza.

Az Információ és társadalom tantárgy tartalmának kialakítása során a tágabb értelemben vett információtudomány különböző rész- és határtudományainak ismereteiből merítettünk. A matematikai információelmélet alapösszefüggései, kibernetikai, molekuláris biológiai, evolúciobiológiai, szemiotikai és kommunikációelméleti ismeretek alkotják a tárgy elméleti, illetve szemléleti alapjait. Összefogó keretként az a tényanyag szolgál, amely az információhasználat és -értelmezés társadalmi/történeti meghatározottságát, illetve hatását mutatja be. Fontosnak tartottuk a kérdéskör filozófiai összefüggéseinek bemutatását is. Hangsúlyosan szerepel az anyagban az új információtechnika, a számítógép és a hálózatok, valamint a World Wide Web kifejlesztésének-kialakulásának szellemi, technikai, társadalmi vonatkozásai, különös tekintettel a könyvtárak szerepének megváltozására. Részletesen foglalkozunk az informatizálódó társadalom ismérveivel, elemezzük a folyamatban lévő trendeket, és ezek alapján felvázoljuk a jövőendő perspektíváit. Fontos része a tananyagnak különböző szakemberek, filozófusok, írók az információ társadalomra vonatkozó kritikus véleményeinek ismertetése is.

A tananyag szerkezete hármasság tagolású. Először az elméleti alapokkal foglalkozunk. Ez a tananyagrész az információfogalom definíciójával, annak interdiszciplináris, társadalmi és filozófiai jelentőségével foglalkozik. Vizsgálja, milyen a mai emberképünk, és az hogyan kapcsolódik össze az információ mibenlétéről alkotott elképzeléseinkkel. A matematikai információelmélet alapfogalmainak és a kibernetikában alapvető modellek ismertetését követően molekuláris rendszereket elemzünk információ- és kommuniká-

cióelméleti szempontból. A szemiotika alapfogalmaival és a kommunikáció formális folyamatmodelljével foglalkozó részt az emberi információfeldolgozás biológiai alapjainak és evolúciós előképeinek ismertetése követi. A tananyagnak ez a része az emberi evolúció biológiai alapjainak áttekintését követően a kulturális és technikai evolúció, és az információs forradalmak bemutatásával zárul.

Ezt követi az információtechnológia társadalomtörténetével foglalkozó, sok tényt, adatot és fogalmat tartalmazó rész. Az emberi nyelv evolúciós, szemiológiai, szemantikai és információelméleti vizsgálata után a beszédkommunikáció, az írás, a könyvnyomtatás, a távközlés és a tömegkommunikáció, illetve a számítógépes forradalommal kapcsolatos, információ- és kommunikációelméleti szempontból fontos ismeretek összefoglalása következik. Ez a tantárgyi blokk részletesen foglalkozik a számítógép kifejlesztéséhez vezető törekvések szellemi hátterével, a folyamat technika- és társadalomtörténeti vonatkozásaival, azokkal a társadalmi igényekkel, amelyek a gyors gépi számolás technikai megvalósítását indukálták. Az anyag fontos részét képezi annak a folyamatnak a végigkövetése, hogyan változtak a számítógép felhasználására vonatkozó elképzelések. A személyi számítógép, a real-time géphasználat, az interaktivitás, az ember-gép szimbiózis és a grafikus felhasználói felület kialakulásának közelmúltbeli történetét más tantárgyak kevésbé hangsúlyosan tárgyalják, így – szemléletformáló szerepe mellett – hiánypótló is.

Végül az információs társadalom kialakulásához vezető legújabb fejlemények áttekintése, az információs forradalom jelenlegi hatásainak elemzése és a jövő perspektíváinak felvázolása következik. Ez a tananyagrészt tartalmazza azokat az eseményeket, felismeréseket, törekvéseket és felfedezéseket, amelyek közvetlenül vezettek a korunkat jellemző információszerző- és -továbbító rendszerek kifejlődéséhez. Először az információrobbanáshoz vezető folyamatok áttekintése kerül sorra. Ezután a hipertext, a multimédia és a hipermédia fogalmak értelmezése következik. Az internet és a World Wide Web eredettörténetének, valamint az elektronikus, virtuális világkönyvtár fogalmainak ismertetését követően az informatizálódó társadalom ismervéről lesz szó. Foglalkozunk az információs forradalom hatásait kritikusan szemlélő szerzők fontosabb gondolataival is. A jegyzet utolsó fejezetében a jövőben rejlő lehetőségeket kíséreljük meg körvonalazni, néhány jellemző jövőelképzelés és jövőtrend bemutatásával.

# 1. Információ, természet és társadalom

## 1.1. Anyag, energia, információ

### 1.1.1. Az anyag

Világunk három entitásból tevődik össze, ezek: az anyag, az energia és az információ.

Az anyag alapfogalom-jellegét a megnevezésére használt „matéria” terminus technicus is jelzi, amely a latin mater = anya szóból származik. Elmondhatjuk, hogy világunk, az univerzum a természettudományok számára anyagi felépítésűnek mutatkozik. A természet – annak élő és élettelen része, magunkat is beleértve – anyagból áll. Az anyag tehát a világ létezésével egybekapcsolt alapfogalom. Úgy is szokták mondani, hogy az anyag a természettudományok, mindenekelőtt a fizika és a kémia alapfogalma.

A világban természetesen nem anyagi összetevők is létezhetnek. Vannak filozófiai irányzatok, amelyek szerint a világ lényege a szellem, és az anyag csak ennek egy megnyilvánulási formája. Az anyag és szellem kettőssége, illetve az a kérdés, hogy a két szubsztancia közül melyik az elsődleges, végigvonul a filozófia történetén. A különböző filozófiai irányzatok csoportba sorolásának egyik lehetséges módja aszerint is történhet, hogy erről a kérdésről mi az álláspontjuk. Az anyag elsődlegességét a materialista monizmus, a materializmus, a szellem elsődlegességét pedig az idealista monizmus, az idealizmus hirdeti. Ezek mellett a monizmusok mellett léteznek különböző dualista eszmerendszerek, amelyek a két összetevőt egyenrangúnak gondolják. Karl R. Popper filozófus később ismertetendő három világa pedig pluralista ontológiának is felfogható.

Azt, hogy mind az anyag, mind a szellem milyen nehezen megragadható fogalmak a meghatározás számára, és hogy nincs is különösebb értelme az erre való törekvésnek, megvilágítja az a magyarra lefordíthatatlan angol szójáték, amit Karl Popper tett közzé önéletrajzi írásában: „... az olyan típusú kérdésekből, hogy »Mi az a....« gondoljunk csak arra a vicces találós kérdésre, amivel Bertrand Russellt szekirozta a nagyanyja: »What is mind? No matter! What is matter? Never mind!«” Popper itt hozzáfűzi még a következőket: „Nekem úgy tűnik, hogy ez a vicc nemcsak pontosan a lényegről szól, hanem teljesen kielégítő feleleteket is ad. Inkább azon a kérdésen gondolkozzunk: »Mit csinál az értelem? «”<sup>1</sup>

Arra a kérdésre, hogy mi az anyag – mint láttuk –, nehéz válaszolni, illetve válasz csak az általánosságok szintjén fogalmazható meg. Talán nem is ez a jól feltett kérdés az anyaggal kapcsolatban; kielégítőbb és használhatóbb válaszokat kapunk, ha az anyag attribútumaira k, alapvető jellegzetességeire kérdezzünk rá.

Amikor az anyag felépítését, szerkezetét, összetevőit vizsgáljuk, akkor első közelítésként azt mondhatjuk el, hogy diszkrét, elkülönült részecskékből épül fel. Ezt logikai úton már a görög természetfilozófusok megállapították, és Démokritosz atomoknak nevezte az anyag ezen építőköveit. Jóval később derült ki az, hogy az anyagnak van egy

---

<sup>1</sup> Popper, Karl R.: Szüntelen keresés. Budapest, Áron Kiadó, 1998.

másik megjelenési formája is, a fizikai mező (elektromos, elektromágneses stb.). Ez a két megjelenési forma a mikrojelenségeknél nehezen választható el egymástól. A fény vagy az elektron kísérletileg vizsgálható és leírható fizikai mezőként, azaz hullámként is és részecskeként is. Ezek a modellek ugyan ellentétesek, és teljesen eltérő megközelítést jelentik a vizsgált jelenségnek, mégis, a teljes értékű leíráshoz mindkettőre szükség van. (Szokták azt is mondani – nem kifogástalan pontossággal –, hogy a fénynek vagy az elektronnak „kettős természete” van.) A szubatomi mikrovilág leírására alkalmas kvantummechanika eszközrendszerének kidolgozása során találkozott az emberiség először azzal a különös esettel, amikor a fizikai valóság nem írható le egyetlen, ellentmondásmentes képpel. Ennek az emberi megismerés jellegét, illetve lehetőségeit illetően megszire vezető következményei vannak, amelyek a komplementaritáselméletben fogalmazódtak meg először. Az elmélet megalkotása Niels Bohr dán atomfizikus nevéhez fűződik. Bohr az elmélet tömör leírására gyakran idézett egy latin szentenciát: „*Contraria non contradictionaria, sed complementaria sunt.*” (Az ellentétek nem ellentmondóak, hanem kiegészítik egymást.)<sup>2</sup>

Ha az anyag létezésének jellemzőit, vagyis azt vizsgáljuk, hogy mit csinál az anyag, a következőket kell megjegyeznünk: Az anyag kölcsönhatásaiban nyilvánul meg, és ezeknek a kölcsönhatásoknak a vizsgálatával állapítható meg róla bármi is. Az anyag mozog, és Newton első törvénye szerint ez a legalapvetőbb tulajdonsága. Az anyagnak tömege és energiája van, aminek mennyisége kölcsönhatásai során soha nem változik. Ez az anyagmegmaradás törvénye.

### 1.1.2. Az energia

Világunk másik alapvető jellemzője az energia. Az anyagokat energiatartalmukkal is jellemezhetjük. Az energia definíciójával ugyanaz a gond, mint az anyag esetében. Könnyebb a dolgunk, ha azt kérdezzük: Miben nyilvánul meg az energia, milyen formái vannak, és hogyan hat?

Az energia görög eredetű szó, tevékenységet, munkát jelöl. Az energia munkavégző-képesség, pontosabban az anyagi kölcsönhatások során változás létrehozására alkalmas képességként nyilvánul meg. Az energiának több alapformája, megnyilvánulási módja létezik, ezek: mechanikai, kémiai, fény-, nukleáris, elektromágneses és hőenergia. Az energiának is van megmaradási törvénye.

A 19. század fizikai gondolkodásában az anyag és az energia két elkülönült szubsztanciaként szerepelt. A 20. század elején a relativitáselmélet megmutatta a két szubsztancia azonosságát. Ezért ma tömegmegmaradásról beszélünk, és relativisztikus szempontból az energiát és a tömeget ma egyenértékűnek tartjuk. Az anyag és energia viszonyának új értelmezését Einstein híres tömeg-energia ekvivalencia-egyenlete fejezi ki:  $E = mc^2$ , ahol  $m$  a tömeg,  $c$  a fénysebesség. Eszerint az anyag alapvető tulajdonsága, hogy két entitásban nyilvánul meg, amelyek a  $c^2$  együttható meghatározta nagyságrend szerint átalakulhatnak egymásba.

A munkavégzéshez, illetve változáshoz vezető kölcsönhatásokban energiaátadás zajlik. Ezeknek a kölcsönhatásoknak meghatározott irányuk van, amelyet a termodinamika II. főtétele fogalmaz meg. A tétel szerint a kölcsönhatások során egy zárt rendszer (az

<sup>2</sup> A logikában az „ellentétes” és az „ellentmondó” esetek különböznek egymástól.

egyes anyagi összetevőkből álló komplex rendszer) összentrópiája mindig növekszik. Emiatt halad az „idő nyíla” egy irányba: a múltból a jövő felé. A természetben rend és rendezetlenség egyaránt megfigyelhető. A spontán végbemenő folyamatok során a rend rendezetlenségé alakul, és az entrópia ennek a rendezetlenségnek a mértéke.

### 1.1.3. Az információ

A rendezetlenségre törekvő természetben vannak olyan objektumok, rendszerek és folyamatok, amelyekre a rendezettség igen magas szintje a jellemző. Ilyenek az élőlények, illetve az élőlények által létrehozott tárgyak, eszközök és az élőlények közreműködésével működtetett rendszerek. Az ezekre jellemző, az általános entrópiánövekedéssel ellentétesen ható folyamatok nem sértik a termodinamika II. főtételét, amennyiben figyelembe vesszük a rendszerek összetettségét, azt, hogy valójában mindig összekapcsolt rendszerekről van szó. Megfelelő módon kapcsolódó rendszerek esetében ugyanis az egyes részrendszerek entrópiája csökkenhet (azaz rendezettsége növekedhet) úgy, hogy a többi részrendszer entrópiája ennél nagyobb mértékben növekszik (rendezettségük csökken), és – ennek eredményeképpen – a teljes rendszerre igaz az, hogy entrópiája növekszik, és rendezetlenebbé válik. Tehát az általános entrópiánövekedés közepette (az univerzum zárt rendszer) egyes – megfelelő módon szervezett – rendszertagok entrópiája csökkenhet, azaz tartósan magas fokú, illetve növekvő rendezettségű állapotban lehetnek.

Az információ az, ami a szervezett rendszerek kialakulását/kialakítását lehetővé teszi, és az információk segítségével lehet fenntartani, illetve növelni a szervezettségben megnyilvánuló rendet.

Világunknak tehát az anyag és energia mellett az információ a harmadik lényeges összetevője, alapeleme. Az információ ugyanúgy alapfogalom, mint az anyag és az energia, ezekhez hasonlóan nehezen is definiálható: nincs egyetlen, általános érvényű és általánosan elfogadott meghatározása. Norbert Wiener, a kibernetika atyja szerint az információról csak azt tudhatjuk, hogy sem nem anyag, sem nem energia. A fejezet későbbi részében néhány eltérő nézőpontból megfogalmazott információdefinícióval fogunk majd megismerkedni.

Az információtudomány néhány kutatója szerint az információ fellelhető és szerepet kap az élettelen természet működésében is, amennyiben ott rendezettség mutatkozik. Mások szerint az információ csak az élő rendszerekkel jelenik meg, és az élő anyag attribútuma.

B. C. Brookes a popperi ontológia keretrendszerében értelmezi az információt. Szerinte az információ a popperi 2. világban, a tudatban keletkezik, de a 3. világban, objektív formában tárolódik. Az információ nem fizikai entitás, és csupán a kognitív, mentális vagy információs térben létezik.<sup>3</sup>

Az bizonyos, hogy az információnak nincs megmaradási tétele, információ keletkezhet a „semmitől” és más információkból, tehát korlátlanul előállítható, de el is vesztet, megsemmisülhet és megsemmisíthető. Megfogalmazható az információnövekedés tétele, amely szerint a földön az élőlények megjelenésétől kezdődően az információ mennyisége nem lineárisan, hanem exponenciálisan növekszik. Mai világunk ennek az informá-

---

<sup>3</sup> Brookes, B. C.: The Foundations of Information Science I–IV. In: J. of Inf. Sci. 2, 3, 1980.

ciónövekedésnek az eredménye, és az információ köré épül. A 19. századot – az első ipari forradalom korát – az anyag századának nevezhetjük, a 20. század kiérdemli az energia évszázada nevet, az elkezdődött 21. századot pedig joggal nevezhetjük az információ századának.

## *1.2. Információ és társadalom*

Az információ mai világunk főszereplője. Információs forradalom, információrobbanás, információtechnika, információgazdaság, információmenedzsment – csak néhány fogalom a sok közül, amelyekkel nap mint nap találkozhatunk. Éppen ezért, ha korunkat, társadalmunkat jelzővel akarjuk ellátni, magától adódik az információ-középpontú vagy rövidebben **információs társadalom** kifejezés. Visszafogottabb megfogalmazással beszélünk még informatizálódó társadalomról, és mint normatív célról: informált társadalomról is.

Az általánosan elfogadott információs társadalom kifejezést vizsgálva feltehetjük a kérdést: honnan ered, hogyan vált használatossá ez a fogalom, és jogosultak vagyunk-e használni mindarra, ami ma történik körülöttünk? Valóban ez a kifejezés ragadja-e meg legjobban a 21. század első évtizedének realitásait?

Az információs társadalom kifejezés használatának elterjedéséhez és az informatikai kihívás tudatosulásához nagymértékben hozzájárult Magyarországon néhány, az Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár (OMIKK) kiadásában megjelent könyv. Yoneji Masuda japán professzor „Az információs társadalom” című könyve 1988-ban (eredeti kiadás: 1980.) jelent meg.<sup>4</sup> A francia Bruno Lussato „Informatikai kihívás” címen ismertté vált munkáját 1989-ben (eredeti kiadás: 1981.) adták ki magyarul.<sup>5</sup> A figyelemfelkeltő könyvek közé tartozott John Naisbitt és Patrícia Aburdene „Megatrendek 2000” című, Amerikában 1990-ben kiadott könyve (magyar megjelenés: 1991.).<sup>6</sup>

Természetesen korunkat az információs társadalom terminus mellett más elnevezésekkel is illették, és ma még (2001) nem tudható, melyiket „hitelesíti” a történelem, melyiket használja majd az utókor. Daniel Bell amerikai szociológus 1973-ban kiadott könyvének címe alapján terjedt el a posztindusztriális társadalom kifejezés.<sup>7</sup> A német Ralph Dahrendorf és az amerikai Peter Drucker<sup>8</sup> posztkapitalista társadalomról beszélt, Alvin Toffler futuroológus pedig „Harmadik hullám” címen írt könyvet az eljövendő világról.<sup>9</sup> Mostanában Manuel Castells, a kaliforniai Berkeley egyetem professzora a **hálózati társadalom** (network society) terminust választotta a korszakot elemző könyve címéül.<sup>10</sup> Gyakran használatosak a globalizáció, globális világ, globális gazdaság és a globális információs társadalom kifejezések is. Az ezredfordulón a tudástársadalom, illetve **tudásalapú gazdaság, tudásalapú társadalom** kifejezések használatával lehet

---

<sup>4</sup> Masuda, Y.: Az információs társadalom. Budapest, OMIKK, 1988.

<sup>5</sup> Lussato, B.: Az informatikai kihívás. Budapest, OMIKK, 1989.

<sup>6</sup> Naisbitt, J.–Aburdene, P.: Megatrendek 2000. Budapest, OMIKK, 1991.

<sup>7</sup> Bell, D.: The coming of post-industrial society. A venture in social forecasting. New York, 1973.

<sup>8</sup> Drucker, Peter F.: Post-capitalist society. Harper Collins Publishers, 1993.

<sup>9</sup> Toffler, A.: The third wave. Bantam Books, 1981.

<sup>10</sup> Castells, Manuel: The information age: economy, society and culture. Vol. I: The rise of the network society. Malden (Mass) and Oxford, Blackwell, 1996.

leggyakrabban találkozni. Az Európai Unió új stratégiai dokumentumaiban is ezt a formulát használják.<sup>11</sup>

Az új gazdasági-társadalmi formáció beköszöntését Ágoston Mihály 1986-ban, a következő szavakkal jelezte: „*Kibontakozóban van egy információs forradalom. Ennek alapján olyan társadalom körvonalazódik, amelyben a stratégiai erőforrás mindinkább a szellemi tőke, az információ. Kiépülően a világot átfogó integrált információs szolgáltatási hálózat.*”<sup>12</sup>

Vizsgálódásunk során először azt próbáljuk meg körvonalazni, mikor kezdődött el valójában az a korszak, amit információs forradalomnak nevezünk, és mik voltak a kibontakozást elősegítő fontosabb folyamatok?

Sokan gondolják úgy, hogy az információs korszak születése a második világháború idején kezdődött. A háborúban számos olyan, a szó szoros értelmében életbevágó probléma merült fel, amelynek a megoldásához komplex, gyorsan és megbízhatóan működő, vezérelt és szabályozott eszközök, berendezések, rendszerek kifejlesztése volt szükség. Tudósok hada dolgozott a problémák megoldásán. Norbert Wiener és munkatársai légelhárító ágyúk tüzeinek radarjelekkel történő vezetése megoldásán tevékenykedtek. Herman Goldstine, John Mauchly és J. Presper Eckert a pennsylvaniai egyetem elektromérnöki intézetében elektroncsöves számítógépet épített a löelemtáblázatok gyorsabb kiszámításához. (A munkába 1944-ben bekapcsolódott Neumann János is.) Alan Turing és munkatársai Angliában ugyancsak elektronikus számológépet konstruáltak a németek titkosított üzeneteinek megfejtésére. A Manhattan-terv megvalósítása során alkalmaztak először gépi keresőrendszert a szakirodalmi adatok, szövegrészek visszakeresésére.<sup>13</sup> Az információszerzés technológiájában is megjelentek új módszerek. Az ellenség (Németország) sajtójának szövegelemzéséből (content analysis) következtettek politikai és katonai döntésekre.<sup>14</sup>

Vannak kitüntetett évszámok és dátumok, amikor fontos, a korszakváltást előkészítő, elindító események történtek. 1945 júniusában egy folyóiratban megjelenik Vannevar Bush „As we may think” című tanulmánya, amelyben az információáradat feletti áttekintés megoldására teljesen új információszervezési eljárást és berendezést javasol.<sup>15</sup> Ugyanebben az évben készen áll az ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), az elektronikus digitális számítógép, és novemberben megkezdí próbaüzemét. 1948 szintén kitüntetett esztendő. Ekkor jelennek meg az információs technika két alapozó tudományának, a kibernetikának és az információelméletnek – azóta klasszikussá vált – alapművei, Norbert Wiener és Claude E. Shannon munkái. 1949-ben a Szovjetunió is elkészíti atombombáját, és az Egyesült Államokban elindítják a Whirlwind számítógép-fejlesztő projektet. Princetonban, a Magasabb Tudományok Intézetében (Insti-

<sup>11</sup> A különböző elnevezések nem ellentmondóak, inkább komplementereknek, egymást kiegészítőnek tekinthetők. Ugyanazt a társadalmi valóságot eltérő nézőpontokból közelítik meg.

<sup>12</sup> Ágoston Mihály idézett sorai Claude E. Shannon és Warren Weaver „A kommunikáció matematikai elmélete (The Mathematical Theory of Communication)” című művének bevezetésében olvashatók. Van valami jelképszerű abban, hogy ez a szöveg az információelmélet klasszikus alapműve magyar kiadásának előszavában jelent meg.

<sup>13</sup> Ez volt az ún. Rapid Szelektor, az első mikrofilmes keresőeszköz.

<sup>14</sup> Az itt kialakult, főként szövegstatistikai eljárások később több társadalomtudományban polgárjogot nyertek; a könyvtár- és információtudományban ezzel a módszerrel határozzák meg a kulcsszavakat, tárgyszavakat, amelyeket az indexelésre használnak.

<sup>15</sup> Bush, V.: As we may think. In: Atlantic Monthly, 176, (1), 101–108. 1945.  
<http://www.theAtlantic.com/atlantic/atlweb/flashbks/computer/bushf.htm>

tute for Advanced Studies) Neumann János irányításával 1946 és 1951 között épül az IAS számítógép. 1956-ban elkészült az első tranzistoros számítógép, és 1957. október 4-én fellőtték a Szovjetunióban az első, ember alkotta mesterséges égitestet, a Szputnyikot. Ez utóbbi eseménynek messzemenő következményei lettek a számítógépek, az információs és kommunikációs eszközök fejlesztését illetően.

Azok az új fejlemények, amelyek az említett eseményeket követően a huszadik század második felében indultak el, és a századfordulóra az információs társadalom megjelenéséhez vezettek, öt továbbhaladó, elsősorban technikai trend köré sorolhatók.

1. Az ember rutinjellegű szellemi tevékenységének egyre szélesebb körű algoritmizálása és gépesítése, valamint ezeknek a matematikai logika alapján működő információfeldolgozó gépeknek az elterjedése.
2. Az emberek közötti kommunikációt a tér- és időbeli kötöttségekből kiszabadító globális telekommunikációs rendszerek kiépítése.
3. A digitális információfeldolgozó és telekommunikációs rendszerek integrálása. (Ennek a folyamatnak a kifejezésére szolgálnak a telematika [telekommunikáció + informatika] és az infokommunikáció [informatika + kommunikáció] összetett szavak.)
4. A számítógépek, infokommunikációs eszközök felhasználóbarát jellegének folyamatos fejlesztése (például grafikus felhasználói felület létrehozása).
5. A média és a telematikai rendszerek fejlődésének konvergenciája.

### *1.3. Az információ és az ember szimbólumalkotó képessége*

Tágabb történeti horizonttal és evolúciós szemlélettel vizsgálva a kérdéskört elmondható, hogy az emberi társadalmak fejlődéstörténete nem más, mint az információs társadalom előtörténete és előkészítése, másképpen megfogalmazva: az ember egyik lényeges megkülönböztető jele az, hogy képes információs társadalom létrehozására. Ez pedig azon a biológiailag determinált emberi képességen alapszik, ami új információk létrehozását, ezek feldolgozását, és az ily módon létrehozott információkészlet további bővítését teszi lehetővé. Az a különleges képesség, amely alkalmassá tette fajunkat a beszédre, képalkotásra, írásra, az elektromágneses hatások segítségével történő információörögzítésre és továbbításra, valamint komputerhálózatok kifejlesztésére, nem más, mint szimbólumalkotó, és szimbólummanipuláló képessége. A továbbiak során ennek a szimbólumalkotó képességnek a kialakulását, jellegzetességeit és következményeit vizsgáljuk meg a rendszerelmélet egyik klasszikusa, Ludwig von Bertalanffy gondolatai alapján.<sup>16</sup>

Minden állatfaj az összes többitől különböző saját világban létezik, amely a fizikai dolgok és a biológiai folyamatok sajátos, specifikusan szervezett, összetett rendszere. Az állatok környezetük zárt világában, ahhoz kapcsolódva és alkalmazkodva élnek. Az ember azonban szimbólumalkotó képessége révén kiemelkedett környezete, az őt körülvevő fizikai dolgok és hatások, biológiai determinációk merev rendszeréből, és az általa létrehozott szimbolikus világokban él. Ezek közé a szimbolikus világok közé tartozik a gondolat, a nyelv, a tudomány, a művészet, a vallás, a jog stb. Az ember fizikai világa – a könyvektől kezdve a gépkocsin keresztül a számítógépig – nem más, mint szimbólu-

<sup>16</sup> Bertalanffy, Ludwig von: ...ám az emberről semmit sem tudunk = (robots, men and minds). Budapest, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1991.



mok, illetve szimbolikus aktivitások materializációja. Bernard Kaplan (1961) megfogalmazása szerint: „*a szimbolikus tevékenység az emberi lét legjellegzetesebb ismervéhez tartozik, és az emberi kultúra egész fejlődése az embernek azon a képességén alapul, hogy érzéki anyagot szimbolikus képpé tud átalakítani – ami a legfinomabb szellemi és emocionális különbségek hordozója.*”<sup>17</sup>

Az ember speciális szimbolikus aktivitására Bertalanffy szerint a következők jellemzőek:

Az ember

- szimbólumalkotó,
- szimbólumokat használó és
- szimbólumok által uralt lény.

A szimbólumok a jelek egy csoportját képezik, és a 4. fejezetben fogjuk elhelyezni őket a jelek rendszerében. Itt – Bertalanffy nyomán – az emberi szimbólumhasználat három fontos jellemzőjét említjük meg:

A szimbólumok olyan jelek, amelyeket az ember

- szabadon alkot,
- azok egy-egy meghatározott tartalmat képviselnek, valamit reprezentálnak és
- tradíció, illetve tanulás útján adódnak át a generációk között.

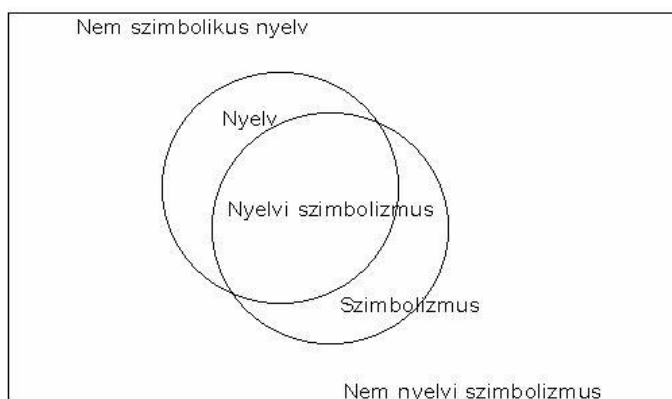
A szimbólum és a szimbolizált dolog, folyamat közötti szabad kapcsolatteremtés nagyon fontos, sajátosan emberi megkülönböztető mozzanat. Az ugyanis, hogy valami saját magán kívül mást is jelöl, az evolúció során széleskörűen felhasznált lehetőség a fejlettebb élőlények és környezetük kapcsolatának optimalizálására. Ezekben az esetekben azonban a jel és a jelölt között szükségszerűen közvetlen, biológiailag releváns kapcsolatról van szó. Ilyen a klasszikus pavlovi feltételes reflex, és ezen alapul a próbaszerencse jellegű operáns tanulás is.

Az emberi szimbólumalkotó tevékenység során azonban a jel szimbólum, vagyis közte és az általa reprezentált dolog között nincs közvetlen biológiai kapcsolat. A szimbólum és az általa jelölt dolog közötti kapcsolat tehát nem kívülről, biológiailag jelentéssel bíró megerősítés és kapcsolás (kondicionálás) révén történik. Olyan kapcsolatról van itt szó, amely „egy kreatív aktus által teremtődött”. Az ember egyedülálló képessége, hogy az általa szabadon alkotott jelek és a tárgyak, jelenségek, folyamatok között kapcsolatokat tud definiálni.

Az ember legfontosabb szimbólumrendszere a nyelv. Karl Bühler szerint (1934) a nyelvnek három alapvető funkciója lehet: ábrázoló funkció (Darstellungsfunktion), parancs, utasításadó funkció (Auslöse-Befehlsfunktion), és kifejező funkció (Ausdrucksfunktion).

---

<sup>17</sup> I. m. 30. o.



1. ábra: Nyelv és szimbolizmus

A kifejező és a parancsadó funkció megfigyelhető az állatoknál is, míg az ábrázoló, reprezentatív nyelvhasználat, a nyelvi szimbolizmus csak az emberre jellemző. Ebből következően azt is ki lehet mondani, hogy a sajátosan emberi megkülönböztető jegy nem önmagában a nyelvhasználat, hanem a szimbolikus nyelv használata. A szimbolizmus és a nyelvhasználat tehát két külön halmaz, amelyeknek van egy kiterjedt közös metszete, és ez a nyelvi szimbolizmus. A közös metszeten kívüli halmazrészek a nem szimbolikus nyelv, illetve a nem nyelvi szimbolika. Ez utóbbi szintén az ember világára jellemző. Nézzük meg ezt kicsit közelebbről!

A szimbólumok és a szimbolikus tevékenységek két nagy osztályba sorolhatók. Az egyik az úgynevezett **diszkurzív szimbólumok tartománya**. Ezek felismerésszerű információkat tartalmaznak, tények közlését jelentik, és jól kifejezhetők az információelmélet fogalomrendszerével. A másik csoport a **nem diszkurzív szimbólumok tartománya**, amelyek az információk speciális fajtáját közvetítik: általában élményhez kapcsolódnak, emocionálisak, elsősorban értékek közvetítését jelentik. Ilyenek a különböző státusszimbólumok, nemzeti, állami, politikai jelképek, a líra, a zene, a mítoszok, a valóságok stb. Bertalanffy ezeket experimentális szimbólumoknak is nevezi. A szimbólumoknak ez a tartománya – bár nyelvi szimbólumokkal részben reprezentálható – abba a halmazba sorolható, amit nem nyelvi szimbolizmusnak nevezünk.

Az ember szimbólumalkotó és szimbólumhasználó tevékenységének messzire vezető hatásai lettek. Az ezekből adódó következményeket Bertalanffy hét csoportba sorolja:

1. Genetikai determinizmus helyett történelmi meghatározottság
2. Közvetlen tapasztalatszerzés helyett szimuláció
3. Célyszerű cselekvés az arisztotelészi célok értelmében
4. Szimbolikus világok létrehozásának lehetősége
5. A diszkurzív szimbólumok autonóm törvényei algoritmikus tulajdonságot jelentenek
6. A jövő gondolati tételezése
7. Az ÉN és a VILÁG kettősségének megteremtése

### Nézzük meg ezeket sorban!

1. A szimbólumhasználat eredményeképpen az emberiség története kilépett a genetikai meghatározottság korláta közül. Megindul a kulturális és a technológiai evolúció. A biológiai evolúció lassú folyamat, geológiai időskálán mérhetően megy végbe: a bioszférában évmilliók alatt játszódnak le jelentősebb változások. A folyamatok hátterében az örökítő anyag mutációja és rekombinációja, a gének változása áll, és az ennek eredményeként létrejött különböző változatok tesztelése és szelektálása határozza meg a fejlődés irányát. A folyamat lassú, kísérletező, próbáló és felhalmozó jellegű. Így fejlődött az ember is egészen addig az időpontig, amíg az emberi előtörténet során valamikor el nem indult a szimbolikus aktivitások sorozata. Ettől kezdve a változások üteme felgyorsult: évezredek, évszázadok, évtizedek alatt jelentős változások történtek az ember világában. Mára a gyorsulás olyan mértékű lett, hogy néhány év alatt játszódnak le olyan meghatározó változások, amelyek komolyan próbára teszik fajunk alkalmazkodóképességét.

2. Az emberi agy a létrehozott, jelentéssel felruházott szimbólumok segítségével képes lefolytatni egy cselekvéssort anélkül, ahelyett, és azt megelőzően, hogy az ténylegesen megtörténne. Ez azért rendkívül hasznos, mert segítségével az ember képes a tulajdonképpeni cselekvés végrehajtása előtt megvizsgálni annak konzekvenciáit egy belső modellrendszerben, saját belső elképzelésterében, és annak eredményét – éppen a szimbólumhasználat segítségével! – mások számára is hozzáférhetővé tenni. Kialakult az agy szimulációs képessége, és ez lehetővé teszi azt is, hogy különböző alternatívák végigpróbálásával készítsük elő döntéseinket. Ez a lehetséges viselkedésspektrum hatalmas bővülésével jár. *„A testi próbálkozás helyére a szellemi próbálkozás lép ... az ember nem magukkal a dolgokkal, hanem szimbolikus helyettesítőikkel próbálkozik”* – írta Bertalanffy.<sup>18</sup>

3. Az állatok viselkedése néha igen célszerűnek látszik. Természetes körülmények között célirányos és hatékony is, azonban ha jobban megvizsgáljuk, kiderül, hogy a cselekvés céljának előrelátásáról, az eredmény előre elgondolásáról nincs szó. Csupán genetikailag előre programozott cselekvési automatizmusok vannak, amik esetenként tanult elemekkel kiegészülhetnek, és így bizonyos fokig rugalmasak és alakíthatók is. Az embernél azonban a belső szimbólumvilág lehetővé teszi a külvilág agyi reprezentációját, ezért az előző pontban említett szimulációs képesség alkalmassá teszi az embert arra, hogy a jelenből kiindulva a jövőt extrapolálja, a jövőre vonatkozó célokat tűzzön ki. Ez nem más, mint az arisztotelészi cél-ok megjelenése.<sup>19</sup>

4. Az ember képes szimbólumokból összefüggő rendszerek, önálló szimbólumvilágok megalkotására. Ezeknek a szimbólumrendszereknek saját belső logikájuk van, amelyek a szimbólumalkotó szándékaitól függetlenül érvényesülnek, így a rendszernek saját dinamikát és autonómiát kölcsönöznek. A matematika, a fizika, a zene, a nyelvek, a jog és az irodalom – mind ilyen autonóm világok. Ezzel a lépéssel *„az élettelen dolgok és az élőlények világai fölé rendeződött a szimbólumok új világa.”* Ezt a szimbólumvilágot nevezhetjük kultúrának, objektív szellemnek, nooszférának stb. Ennek a jelenségnek a felismerése vezette a kritikai racionalista filozófust, Karl R. Poppert, sajátos pluralista ontológiájának megfogalmazására. Szerinte a létező három összefüggő, de egymástól eltérő világból tevődik össze: Az első világ (World 1.) a fizikai dolgok, állapotok, jelenségek szférája. Ide tartoznak az élőlények és az ember agya is. A második világ (World

<sup>18</sup> I. m. 37. o.

<sup>19</sup> Arisztotelész szerint az egyes dolgok létezéséhez anyagi, formai, mozgató- és célok szükségesek.

2.) az emberi agy szubjektív tapasztalatainak, belső állapotainak világa, a tudattartalmak, érzélem, gondolkodás, álmok képzelet, emlékezés stb. A harmadik világ (World 3.) az eszmék, ideák objektív világa, ami lényegében megegyezik a Bertalanffy-féle autonóm szimbólumvilágokkal.

5. Különleges csoportot képeznek az algoritmikus tulajdonságokkal rendelkező szimbolikus világok. Az algoritmus szabályrendszer, amelynek alkalmazásával a szimbólumokat mindig azonos módon össze lehet kapcsolni. A szimbólumokkal műveleteket lehet végezni, és műveletsorozatok elvégzésével a szimbólumrendszer önálló életre kelthető, tehát dinamikussá tehető. Ahogyan a szimbólumok a valós világ helyettesítői, reprezentánsai, úgy a megfelelő szabályokkal összekapcsolt szimbólumok sorozata a valós világ folyamatainak leképezését, modellezését, e folyamatok módosítását és a módosítások hatásának megismerését teszi lehetővé abban az értelemben, ahogyan azt Hertz kifejezte: „*A szimbólumok gondolkodáskényszerítő következményei a leképezett tárgyak következményeinek képei.*”<sup>20</sup> Ilyen módon a harmadik világ „önálló” életre kel, és ez messzemenő következményekkel jár.

6. A szimbólumhasználat következtében az ember képessé válik a jövő gondolati tételezésére olyan értelemben is, hogy előrevetítheti saját sorsát, képes saját megszűnésének elgondolására és elképzelésére is.

7. A szimbolikus aktivitás megteremti az Én és a Világ kettősségét, felépül az Én-sorompó. Elkülönülnek egymástól a fizikai világ objektumai és jelenségei, valamint az ezek leképezésére szolgáló szimbólumok és a szimbólumalkotó Én. A közvetlen és a közvetett tapasztalatokból kialakul a külvilág, az univerzum szervezett rendszere, elválik egymástól a múlt, a jelen és a jövő.

Az ember szimbólumalkotó tevékenységének következményei közül a tanulmányunk tárgyát a negyedik és az ötödik következmény képezi. A további leckékben azt fogjuk vizsgálni, hogy a kinyílt világában az ember hogyan hozta létre és adta tovább az autonóm szimbólumvilágokat, miért alkotta meg, fejlesztette tovább az algoritmizáló gépeket, és mindez milyen hatást gyakorolt – és gyakorol – a társadalomra. Azt is megpróbáljuk felvázolni, milyen következményei valószínűsíthetők mindennek a közeli és a kissé távolabbi jövőben. Vizsgálódásunk középpontjában szerepel az, amit a szimbólumok megjelenítenek számunkra: az információ.

## *1.4. Az információ fogalmának értelmezései*

Az információ fogalmát a köznyelv és a különböző tudományok sokféleképpen értelmezik. Nézzünk meg ezek közül néhányat!

### **1.4.1. Az információ köznyelvi értelmezése**

A köznyelvben az információ szó többnyire tudakozódás, tájékozódás-tájékoztatás kapcsán merül fel. Az információk adatok, tények, vélemények vagy ezek többé-kevésbé összefüggő csoportjai.

---

<sup>20</sup> I. m. 40. o.

### 1.4.2. Az információ értelmezése a megismerés szempontjából

Az információ olyan ismeret, tapasztalat, amely valakinek a tudását, ismeretkészletét, ennek rendezettségét megváltoztatja, kiegészíti, átalakítja, esetleg alapvetően befolyásolja, változást idéz elő az emberi tudatban.

### 1.4.3. Az információ filozófiai értelmezése

Információn azt a létentitást értjük, amely a valóságértelmezési, illetve megismerési folyamat alapeleme, a szemiotikai helyzet feltételei között jön létre, a jelek és/vagy jelzések mezejében tételeződik, és a kommunikációs folyamatok tartalmává, lényegévé válik.

### 1.4.4. Az információ hírközlés-tudományi értelmezése

Az információ valamilyen sajátos statisztikai szerkezettel rendelkező jelkészletből összeállított, időben és/vagy térben elrendezett jelek sorozata, amellyel az adó egy dolog állapotáról vagy egy jelenség lefolyásáról közöl adatokat, amelyeket egy vevő felfog és értelmez. Az információ mindaz, ami kódolható, és egy megfelelő csatornán továbbítható.

### 1.4.5. Az információ kommunikációelméleti értelmezése

Az információ kölcsönösen egymásra ható objektumok kommunikációjának objektív tartalma, amely ezen objektumok állapotának megváltozásában nyilvánul meg.

### 1.4.6. Az információ gazdasági értelmezése

Az információ egyrészt szolgáltatás, másrészt piaci termék, de az árucserével ellentétben az információcsere során mindkét félnek megmarad saját információja is. A termékekben egyre csökken az anyag, az energia és az élőmunka felhasználása, de ugyanakkor növekszik a bevitt információ mennyisége.

### 1.4.7. Az információ biológiai értelmezése

Az élőlények kifejlődéséhez szükséges biológiai információ a DNS-molekulák szerkezetében van kódolva. Az evolúció sem más, mint ennek az információnak a gyarapodása és „pontosítása.” Az élőlények információfeldolgozás segítségével képesek fenntartani egy termodinamikailag nagyon valószínűtlen, magas információtartalommal rendelkező rendszert.

#### 1.4.8. Az információ pszichológiai értelmezése

A tudat elrendezett információhalmaz. A bevitt információkkal létrehozhatjuk, fenntarthatjuk és növelhetjük az elme harmóniáját, és kialakíthatjuk a tökéletes élmény áramlatát. Ez a folyamat a pszichikai entrópiával ellentétesen hat, és megakadályozza azt, hogy az elme zűrzavarba süllyedjen. (Természetesen az információk zavarhatják is az elme harmonikus állapotát.)

### *1.5. Az információk csoportosítása*

Az információkat többféle módon próbálták csoportosítani, osztályokba sorolni, azonban átfogó, koherens és logikailag hibátlan rendszert még nem sikerült kialakítani. Az alábbiakban bemutatunk néhány csoportosítási próbálkozást, a teljesség, tökéletesség és befejezettség igénye nélkül.

Az információk megjelenési formáik szerint lehetnek:<sup>21</sup>

#### **1. Nem kibernetikus információk**

Az élettelen természetben a rendszerek az információkat szerkezetükben, összetételükben hordozzák. Például a kősó kristály felépülése során az újonnan belépő kloridionok és nátriumionok helyét az addigi kristályszerkezet egyértelműen meghatározza.

#### **2. Kibernetikus információ**

Önszervező és önfenntartó rendszerekben a rendszer működésének szabályozását teszi lehetővé.<sup>22</sup> Már az élettelen kémiai rendszerekben megjelenhet; az információnak ez a formája jellemző az automatikus rendszerekre és az élő szervezetekre is.

#### **3. Az ideákban megnyilvánuló információ**

Az emberi társadalom fejlődése során jelenik meg, és az anyagi információ tükröződését jelenti az emberi tudatban. Az ember szimbolikus aktivitása az információknak ezt a megjelenési formáját foglalja magában.

Az információk jelentésük szerint lehetnek:

#### **1. Statisztikai információk**

Értékük attól függ, mennyire váratlan az esemény, amelyről tudósítanak (matematikai információelmélet). Minél valószínűtlenebb, váratlanabb egy információ, annál értékesebb, annál nagyobb változást képes kiváltani (l. később).

---

<sup>21</sup> Az információ megjelenhet az emberi tudatban, ettől függetlenül az élő, de az élettelen természetben is.

<sup>22</sup> Ezekkel foglalkozik a kibernetika.

## ***2. Szintaktikai információk***

Arra vonatkoznak, hogy egy jel egy jelsorrendben hogyan helyezkedik el vagy jelenik meg.

## ***3. Szemantikai információk***

Azzal jellemezhető, hogy mennyi és milyen változást okoz a címzett addigi ismeretében.

## ***4. Esztétikai információk***

A befogadó nehezen meghatározható pszichikus állapotaira vannak hatással.

Az információk strukturális elrendezésük szerint lehetnek:

### ***1. Dinamikus információs struktúrák***

Olyan információs szerkezetek, amelyek önmagukban hordozzák jelentésük manifestálódásának feltételeit is, például egy tojás vagy egy számítógépprogram.

### ***2. Statikus információs struktúrák***

Olyan rendezett jelsorozatok, amelyeket a címzett értelmez, és ő ad jelentést nekik.

## 2. Matematikai információelmélet

*„Ebben az elméletben az információ szót speciális értelemben használjuk, amit nem szabad összekeverni a szó szokványos értelmével. Különösen ügyelni kell arra, hogy az információ szó nem tévesztendő össze a jelentéssel.”*

Warren Weaver

### 2.1. A matematikai információfogalom

#### 2.1.1. Az információfogalom műszaki-matematikai értelmezése

Az előző fejezetben megvizsgáltuk az információ kifejezés különböző jelentéseit. A matematikai információ fogalma – ahogyan erre a bevezető idézet is felhívja a figyelmet – minden más információfogalomtól alapvetően különbözik. A szokásos információértelmezés vagy az információ jelentésére, vagy az információ és a befogadó – és kibocsátó – viszonyára vonatkozik. A matematikai információelmélet ezeket figyelmen kívül hagyja, és az információt elvont jelként felfogva mennyiségének mérésével, illetve kódolásának, dekódolásának és továbbításának kérdéseivel foglalkozik. Warren Weaver – akitől a fejezetet bevezető idézet származik – a hírközlési problémák három szintjét különbözteti meg:

1. Milyen pontosan vihetők át a hírközlési szimbólumok? (Technikai szint.)
2. Az átvitt jelek mennyire pontosan hordozzák a kívánt jelentést? (Szemantikai szint.)
3. A vett jelentés milyen hatékonysággal váltja ki a kívánt hatást? (Hatékonysági szint.)

A matematikai információelmélet<sup>23</sup> az első szinttel foglalkozik. Weaver azonban már 1948-ban felhívta a figyelmet arra is, hogy az elméletnek mélyebb és általánosabb jelentősége van, ezért az alapösszefüggéseinek ismerete elengedhetetlen a két másik szint értelmezéséhez és megértéséhez. A matematikai információelmélet 1948-ban született, amikor Claude E. Shannon két alapvető írásában fejtette ki alapjait.<sup>24</sup> Ezt követte Warren Weaverrel közösen írt könyve, amely a következő évben jelent meg (The Mathematical Theory of Communication). Ez utóbbi magyarul is napvilágot látott.<sup>25</sup> Ebben az alapvető műben részletesen kifejtették a tudományág alapelemeit, és megfogalmazták a továbbvezető kutatások irányait is. A könyv bevezető részében Shannon is felhívta a figyelmet a matematikai információ különös, a szokásostól eltérő értelmére: „Az üzeneteknek gyakran jelentésük van; ez azt jelenti, hogy valamely – bizonyos fizikai vagy fogalmi dolgok-

<sup>23</sup> Weaver 1948-ban „a hírközlés műszaki vonatkozásainak matematikai elmélete” kifejezést használta.

<sup>24</sup> A Mathematical Theory of Communication, Bell System Techn. J., 27. évf. 1948. 379–423. és 623–656.

<sup>25</sup> Shannon C. E.–Weaver W.: A kommunikáció matematikai elmélete. Budapest, OMIKK, 1986.



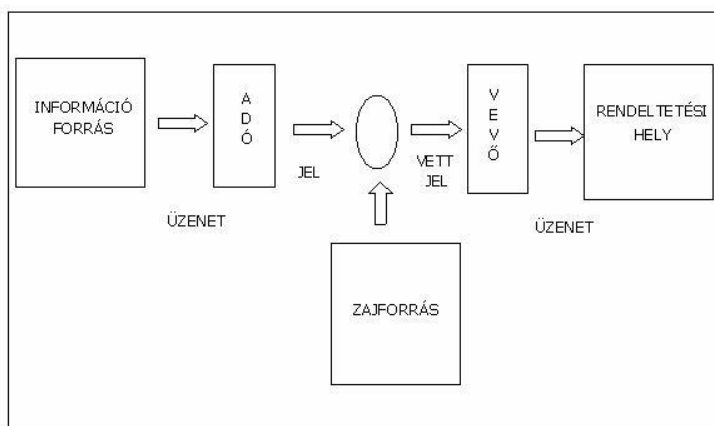
*kal jellemzett – rendszerre vonatkoznak, illetőleg aszerint korreláltak. A hírközlés elméletének e szemantikai vonatkozásai közömbösek a műszaki probléma szempontjából.”*<sup>26</sup> Az azonban, hogy Shannon az információ szónak matematikai-műszaki jelentést adott, a szó addigi, szokásos jelentését is módosította.

## 2.1.2. A matematikai információ

Az információ matematikai elméletének alapgondolata abban foglalható össze, hogy a határozatlanság (mint objektív helyzet és/vagy szubjektív állapot) és az információtartalom között egyértelmű összefüggés áll fenn. Ebből az összefüggésből adódóan valamely meghatározatlanság és sokféleség értékelésének a mértéke egyúttal az információ értékelésének mértéke is. Ugyanakkor az információ a meghatározatlanság csökkentésének, illetve kiküszöbölésének mértéke is. Voltaképpen statisztikai jellegű fogalomról van szó, amely mindig egy halmazra vonatkozik, amely halmaznak az elemei egy jelkészletet alkotnak.

Minél nagyobb a jelkészletből összeállítható jelek (üzenetek) száma, annál több információt hordoz egy jel (üzenet). Azt is mondhatjuk, hogy az információ mennyisége azzal a bizonytalanságcsökkenéssel arányos, amely akkor történik, ha megtudom, melyik jelről van szó. Az információ fogalma tehát nem az egyedi üzenetekre vonatkozik (mint a jelentésé!), hanem mindig egy helyzetre, egy összetett rendszer egészére.

Az információelmélet problémáit Shannon egy – azóta széles körben használatossá vált – formális modell, blokséma segítségével fogalmazta meg. A modell az emberi kommunikáció folyamataiból lett absztrahálva, és ez is jelzi az átjárás lehetőségét a „hírközlési problémák” különböző szintjei között.



2. ábra: A Shannon-féle modell

Az információforrás olyan üzeneteket állít elő, amelyeket a rendelkezésre álló jelkészletből állít össze. Az adó módosítja és átvitelre alkalmas jellé alakítja az üzenetet. A csatorna az átvívó közeg, amelyen keresztül a jel az adótól eljut a vevőhöz. A vevő tu-

<sup>26</sup> I. m. 45. o.

lajdonképpen fordított adóként működik, a leadott jeleket üzenetté alakítja vissza, és ezt a rendeltetési helyre továbbítja. A rendeltetési hely az a személy – vagy dolog! –, akinek (amelynek) az üzenet szól. Az átvitel során az üzenethez olyan dolgok, zavaró tényezők is hozzáadódhatnak, amelyeket sem az információforrásnak, sem az adónak nem állt szándékában létrehozni. Az átvitt jelre az átvitel során ráakódó elemeket zajnak nevezzük.

Shannon az egyes blokkok működésével kapcsolatos problémákat vizsgálta ennek a modellnek az alapján úgy, hogy az egyes elemeket, fizikai entitásokat matematikai mennyiségekké alakította és azok viselkedését matematikai modellekkel elemezte.

A felmerült kérdések közül a továbbiakban mi arra térünk ki, hogy hogyan mérjük az információ mennyiségét, miért kitüntetett itt a kettes számrendszer, mik a jellemzői a hatékony kódolási eljárásoknak, és mi jellemző a stochasztikus lineáris jelsorozatokra.

## 2.2. Az információmennyiség meghatározása

### 2.2.1. Az információmennyiség meghatározása

Shannon az információ mértékéről a következőket írta:

*„Ha a sorozatot alkotó üzenetek száma véges, úgy ez a szám vagy ennek bármely monoton függvénye úgy tekinthető, mint annak az információnak a mértéke, amelyet a készletből egyforma valószínűséggel kiválasztott bármelyik üzenet hordoz.”*

Hivatkozik Hartley-re, aki 1928-ban – a Bell Laboratórium Műszaki Újságjában megjelent írásában – már használt matematikai modellt az információátvitel vizsgálatára.<sup>27</sup> Hartley azt vizsgálta, hogy mi határozza meg azt, hogy hány hírt képezhetünk valamely jelkészlet jeleiből?

Úgy találta, hogy egy jelkészletből összeállítható jelek száma a jelkészlet nagyságától függ, és ez a szám a hírek hosszával exponenciálisan nő.

Megállapította, hogy minél nagyobb a jelkészlet, annál nagyobb egy belőle tetszés szerint kiválasztott hír váratlansága, és ezzel együtt a hírben foglalt, a hírhez tartozó információmennyiség is.

A tízes számrendszer számjegyeiből álló jelrendszer jelkészlete 10 jeltől áll (0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9;). Ha az egyes számjegyek jelentik az üzeneteket (jelhossz = 1), akkor a jelkészletből 10 üzenet képezhető. Ha az üzeneteket két számjegyből állnak (jelhossz = 2), akkor a hírek száma  $10^2 = 100$ , ha pedig háromtagú jeleket képezünk, akkor  $10^3 = 1000$  üzenetet tudunk összeállítani.

Ha az egyes üzenetek hossza  $x$ , akkor az üzenetek lehetséges száma  $10^x$ . Általános formában kifejezve az összefüggést: ha egy jelkészlet  $n$  számú jelet tartalmaz, és az üzenetek jelhossza  $x$ , akkor az adott rendszerben lehetséges hírek száma  $H = n^x$ .

Hartley úgy gondolta, hogy az információmennyiség mérőszámát úgy kellene megválasztani, hogy az a hírhosszal ne exponenciálisan, hanem lineárisan növekedjen. Felismerte, hogy a logaritmusérték erre kiválóan alkalmas.

---

<sup>27</sup> Hartley R. V. L.: Transmission of information. In: Bell System Technical Journal, 1928.

Ha a lehetséges kombinációk számának logaritmusát vesszük, akkor az  $n$  számú jelet tartalmazó jelkészlet  $x$  jelhosszúságú jeléből összeállított hír információmennyisége  $H = \lg n^x = x \lg n$ . Az egy jel által hordozott információmennyiség pedig  $H$ ,  $H = \lg n$ , és ez lesz az információ mértékegysége. Ilyenkor az információ éppen egységnyi. Ez a Hartley-képlet. Ha 10-es alapú logaritmust használunk a tízes számrendszer számjegyeit tartalmazó jelrendszerből összeállított közlemények információmennyiségének kifejezésére, akkor az információ egysége 1 hartley.

Shannon a logaritmikus mérték használatának indokoltságát a következőkkel magyarázta:

1. A gyakorlatban célszerűbb és kényelmesebb, mivel a technikai szempontból lényeges paraméterek (idő, sávzélesség, jelfogók száma stb.) lineárisan változnak.
2. Az információmennyiség esetében a logaritmikus mérték közelebb áll az intuitív érzésünkhöz. Úgy érezzük, hogy két lyukkártyán kétszer annyi információ tárolható, mint egyetlen, két, egyébként mindenben azonos paraméterű csatorna kétszeres információátviteli kapacitást jelent egyhez képest.
3. Matematikai szempontból alkalmasabb, mert a számítási műveleteket logaritmikusán könnyebben el lehet végezni.

A logaritmusfüggvény használatának célszerűségét támasztja alá az információk additivitásának szubjektív érzete és matematikai szükségszerűsége is. Az információk additivitásának törvénye szerint egymást követő, egymástól független események információtartalma összeadható:  $\log_2(x \cdot y) = \log_2 x + \log_2 y$ . (Szorzat logaritmus megegyezik a tényezők logaritmusainak összegével.)

Az információmennyiség mérésénél használatos logaritmusfüggvény nem csak a tízes alapú logaritmus lehet. Használhatjuk a természetes alapú logaritmust ( $\ln$ ) és a kettes alapú logaritmust is ( $\log_2$ ) is. A logaritmusalapot úgy célszerű megválasztani, hogy az a jelkészlet számának feleljen meg. Ebben az esetben egységként jól kezelhető egész számot kapunk. Ha a közlemény tízes számrendszerű egész számot (decimális digit) továbbít, akkor az információmennyiséget hartleyben (10-es alapú logaritmussal) a legegyszerűbb számolni. A természetes alapú logaritmust használva az információmennyiség egységének neve nat (a logaritmus naturalis kifejezés után). Ha kettes számrendszert használunk, akkor célszerű a kettes alapú logaritmust választani. Az így kapott egységet bináris digitnek, rövidítve bit-nek (binary digit unit) nevezték el, J. W. Tuckey javaslatára. (A bit kifejezés egyébként az angol nyelvben apró, csipetnyi darabkát is jelent, tehát a szó konnotációs mezejébe ez a hangulati elem is beletartozik.) A különböző alapú logaritmikus információmennyiség-egységek természetesen átválthatók egymásba.

$$\begin{aligned} 1 \text{ hartley} &= 3,3219 \text{ bit} = 2,3026 \text{ nat} \\ 1 \text{ bit} &= 0,6931 \text{ nat} = 0,3010 \text{ hartley} \\ 1 \text{ nat} &= 1,4427 \text{ bit} = 0,4343 \text{ hartley} \end{aligned}$$

## 2.2.2. A kettes alapú számrendszer és a kettes alapú logaritmus kitüntetett szerepe

Fontos megjegyeznünk, hogy a kettes alapú logaritmus nemcsak matematikai és műszaki szempontból előnyös választás, hanem egyúttal a valóság leírásának természetes eszköze is. Meg fogjuk látni, hogy a kettes számrendszer a tízes alapúnál nemcsak egyszerűbben, de mélyebb összefüggéseiben és alapvetőbben írja le a valós világ természetét.<sup>28</sup>

A kettes számrendszer használatának gondolata – és az ebben rejlő logikai, ismeretelméleti és számítástechnikai lehetőségek felismerése – már a 17. század nagy polihisztor gondolkodójának, Leibniznek az írásaiban is fellelhető. Egyik levelében például így írt: „*a bináris aritmetikában mindössze két szám, a 0 és az 1 használatos, és ezekkel az összes többi szám is leírható... és ami még fontosabb, az ezen alapuló kétértékű logikai rendszer.*”<sup>29</sup>

A digitális bináris számítógép működési elve is világos volt Leibniz számára:

„*A bináris számításokat el lehetne végezni olyan géppel, amelyben nem lennének fogaskerekek. A gépnek olyan tárolói lennének, amelyek bemenete egy zárható nyílás lenne. Ennek a nyitott állapota az 1-nek, míg zárt állapota a 0-nak felelne meg.*”<sup>30</sup>

Ezt követően csaknem kétszáz év telt el, míg egy fiatal angol matematikus, George Boole megalkotta „*a következtetés alapvető törvényeit az algebra szimbolikus nyelvén.*” Fő műve „*A gondolkodás törvényeinek vizsgálata*”<sup>31</sup>, 1854-ben jelent meg. Boole hozzájárulását a számítástechnika kibontakozásához Herman Goldstine így méltatta:

„*Minthogy Boole megmutatta, hogy a logika igen egyszerű algebrai rendszerekre redukálható... lehetőségessé vált, hogy egy számítógéphez olyan szerkezeteket tervezzenek, amelyek végre tudják hajtani a szükséges logikai feladatokat... Boole rendszerében 1 jelöli a teljes vizsgált tartományt, az összes szóba jöhető objektumok halmazát, 0 pedig az üres halmazt. Két művelet van a rendszerben, amelyeket nevezhetünk összeadásnak (+) és szorzásnak (×), de mondhatjuk azt is, hogy a két művelet neve »és«, illetve »vagy«. Nagy szerencse ránk nézve, hogy minden logika befoglalható egy ilyen egyszerű rendszerbe, mert egyébként a számítás automatizálása valószínűleg nem történt volna meg – vagy legalábbis nem akkor, mint így.*”<sup>32</sup>

Annak, hogy Boole újralfedezett gondolatai a számítógép-fejlesztésben felhasználásra kerültek, nagy érdeme volt Claude Shannonnak. 1940-ben közzétett doktori érteke-

<sup>28</sup> Bár a decimális digit választása „kézenfekvő”, a bináris számrendszer a finoman differenciálódott emlősvégtagpár nyulványaira utaló számrendszerénél mélyebben és alapvetőbben ragadja meg a természetet.

<sup>29</sup> Idézi Dyson, George B.: *Darwin among the machines: the evolution of global intelligence*. New York, Addison-Wesley Publishing Company, 1997. 7. o.

<sup>30</sup> I. m. 7. o.

<sup>31</sup> „*A gondolkodás törvényeinek vizsgálata, amelyen a logika és a valószínűség matematikai elmélete alapul (An Investigation of the Laws of Thought, on which are founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities)*”

<sup>32</sup> Goldstine, H.: *A számítógép Pascaltól Neumannig*. Műszaki Könyvkiadó, Neumann János Számítógéptudományi Társaság, Budapest, 1987.

zésében (Relés kapcsolókörök szimbolikus analízise) megmutatta, hogy olyan áramköröket lehet építeni, amelyekkel megjeleníthetők a Boole-algebra kifejezései.

Az első elektronikus digitális számítógép, az ENIAC még a tízes számrendszer alapján végezte a műveleteket. Egyik konstruktőre, Neumann János azonban már a kettes számrendszer előnyeit hangsúlyozta: „Meg kell azonban jegyeznem, hogy az imént felvázolt tízértékű jelölő nyilvánvalóan tíz kétértékű jelölőből álló csoportot testesít meg, tehát erősen redundáns (az adott célra több mint elegendő). Ugyanebben a keretben már négy kétértékű csoporttal is elérhetnők a kívánt eredményt... Kettes számrendszerben végezve a műveletet, ... átlátszóbbá és szembeötlőbbé válik azok logikai jellege.”<sup>33</sup> Így aztán a következő gép, az EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer) építéskor már a bináris rendszer alkalmazását javasolta. Goldstine már idézett könyvében az áttérés következményeiről így írt:

„Látható tehát, hogy a decimálisból a számok bináris ábrázolására áttérve az aritmetika jelentősen egyszerűsödik ugyan, ezt azonban olyan áron értük el, hogy a szükséges lépések száma jelentősen megnőtt. Elektronikus feldolgozás esetén ez az ár kifejezetten alacsony... A bináris aritmetika tehát rendkívüli egyszerűsége folytán vált az EDVAC és valamennyi modern számítógép csodaszerévé.”<sup>34</sup>

A fentiek alapján nem lehet kétséges számunkra, hogy a kettes számrendszer az informatika anyanyelvének tekinthető. Azonban nemcsak a logikai formalizmus, a műszaki paraméterek és a matematikai egyszerűség támasztja alá ennek a számrendszernek a kitüntetett, ugyanakkor természetes jellegét, hanem az evolúció is. Az élő szervezetek idegpályáin haladó ideg ingerületék szintén digitális bináris jellegűek. Neumann János így írt erről:

„Az idegimpulzusok nyilvánvalóan kétértékű jelölőkként foghatók fel a már korábban tárgyalt értelemben: az impulzus hiánya jelenti az egyik értéket (mondjuk: a kettes számrendszerbeli 0 jegyet), jelenléte pedig a másik értéket (mondjuk: a kettes számrendszerbeli 1 jegyet).”<sup>35</sup>

### 2.3. Bináris logika

Ezek után azt kell megnéznünk, hogy a kettes számrendszer és a kettes alapú logaritmus felhasználásával hogyan közelítjük meg az információmennyiség fogalmát, és hogyan fejezzük ki azt számszerűen!

Ahogy láttuk, a legegyszerűbb kétjelű abc a kettes számrendszer. Jelkészletének elemei: 0 és 1. A kettes alapú logaritmust választva az információmennyiség egysége ebben a jelrendszerben  $H = \log_2 2 = 1$  bit (kettes számrendszerbeli számjegy). Ez nem más, mint egyetlenegy igennel vagy nemmel megválaszolható, egyébként tetszőleges kérdésre adott válaszban foglalt információ, amelynek mennyisége 1 bit. Könnyen belátható, hogy egy olyan meghatározatlansági állapot, amelyet két egyenlő valószínűségű kimenet (eset)et magában hordozó helyzet tartalmaz, egy bit információval küszöbölhető ki.

---

<sup>33</sup> A számológép és az agy című posztumusz művében.

<sup>34</sup> I. m. 187. o.

<sup>35</sup> I. m. 187. o.

### **Másképpen fogalmazva:**

Egy bit információ egy meghatározatlansági mezőt a felére csökkent, vagy teljesen megszüntet, ha a meghatározatlansági mező két egyformán azonos valószínűségű kimenetet tartalmaz.

**A kettes alapú logaritmus és a kettes számrendszer választása azért természetes, mert** világunk olyan rendszerekből tevődik össze, amelyek bármelyik eleme definiálható olyan módon, hogy a rendszer egészét vesszük egy meghatározatlansági, bizonytalansági mezőnek, és azt lépésről lépésre felezzük, míg eljutunk a keresett vagy meghatározni kívánt elemhez.

### **Másképpen megfogalmazva:**

Tetszőleges halmaz bármely elemének meghatározásakor úgy célszerű eljárni, hogy az egész halmazt, illetve egyre kisebb részeit mindig kétjelű jelkészlettel írjuk le, amellyel azt az üzenetet fejezzük ki, hogy valami ott van az adott rendszerfélben vagy nincs ott. Bármilyen anyag és forma, szín és árnyalat, hang és zörej, fogalomkör és képzeletrendszer, szöveg, számsor, szimbólumrendszer tetszőleges eleme kiválasztható így – és ez az út fordítva is járható. A világon minden alávethető ennek a digitális felaprózásnak.

Nézzünk meg egy példát, amely konkrétan megmutatja, hogyan lehet egy rendszert bináris logikával megközelíteni!

Tegyük fel, azt a játékot játsszuk, hogy valaki egy sakktábla egyik négyzetére helyez egy százforintost, és valaki másnak – aki természetesen nem láthatja a táblát – ki kell találnia, hogy melyik négyzetben van a pénz. A keresőnek kérdeznie kell, és a válasz csak igen vagy nem lehet. Minden kérdés 10 forintba kerül, viszont ha eltalálta a százazs helyét, akkor övé a pénz. Érdemes elkezdni a játékot? Milyen esélyünk van arra, hogy nyereséggel és nem veszteséggel fejezzük be? Hogyan tudjuk a legkisebb befektetéssel megszerezni a százast?

Ez attól függ, hogyan kérdezzük. Ha a négyzeteket sorba kérdezzük, akkor lehet, hogy rögtön eltaláljuk a pénz helyét, és nagy lesz a nyereségünk, de az is lehet, hogy az utolsó négyzetben van a pénz. Ekkor 640 forintot adtunk ki, és így 540 forint veszteségünk lesz. Átlagban, nagyon sok végigkérdezést véve alapul a pénz megtalálása  $(10 + 20 + \dots + 640)/64 = 325$  forintba kerül, tehát nem éri meg a játékban részt venni. Létezik azonban egy jobb kérdezési stratégia.

A táblát gondolatban két részre osztjuk, és megkérdezzük:

1. Az első négy oszlopban van a pénz?

Ha a válasz igen, akkor ismét felezzük, és megkérdezzük:

2. Az első két oszlopban van a pénz?

Ha a válasz nem, akkor így kérdezzük:

3. A harmadik oszlopban van a pénz?

Ha a válasz nem, akkor a negyedik oszlopot felezzük, és megkérdezzük:

4. A negyedik oszlop négy alsó négyzetében van a pénz?

Ha a válasz nem, akkor már csak négy lehetséges helyen lehet a pénz, a 49–52-es négyzetekben, a kérdés:

5. Az 51–52-es négyzetekben van a pénz?

Ha a válasz nem, akkor következik az utolsó kérdés:

6. A 49-es négyzetben?

Ha a válasz nem, akkor a pénz az 50-es négyzetben van.

Hat kérdéssel mindig megtalálom a pénzt, megéri játszani, mert biztosan van 40 forint nyereségem. (Ha én teszem fel a pénzt, ezt a játékot csak olyan partnerrel érdemes elkezdenem, aki nem ismeri a keresésnek ezt a felosztásos módszerét.) Azt mondhatjuk, hogy  $64 = 2^6$  lehetőségből legfeljebb 6 igen-nem válasszal megválaszolható kérdéssel mindig meg lehet találni egy adott lehetőséget. Ez az a legkisebb kérdésszám, amely az adott lehetőség megtalálásához szükséges. Általában  $H$  kérdés szükséges ahhoz, hogy  $n = 2^H$  lehetőségből megtaláljunk egyet. Másképpen:  $n = 2^H$  egyformán valószínű lehetőségből az egyik bekövetkezését jelentő hír „információtartalma”  $H$  „igen-nem” egység (bit).

A matematikai információ tehát azon átlagban legkevesebb igen-nem döntések száma, amelyekkel egy lehetőséghalmazból ki lehet választani egy adott lehetőséget. Ha egy igen-nem választást tekintünk egységnek, akkor a választássorozat információtartalma ezeknek az összege.

Példánkban a pénz megtalálásához 6 bit információra volt szükség, általánosabban fogalmazva: egy olyan jelkészletből összeállított hír információtartalma, amely 64 jelből áll – amennyiben valamennyi hír előfordulásának valószínűsége megegyező – pontosan 6 bit. A példa – remélhetőleg – szemléletesen mutatta be, mit is jelent a matematikai információ. Ezek után megkísérelhetünk egy egészen általános meghatározást alkotni: A matematikai információ egy halmaz meghatározott követelményeket és feltételeket kielégítő felosztásának a mértéke.

Láthattuk, hogy ennél a módszernél a közismert barkochbajáték szabályait alkalmaztuk. Nem is gondoltuk talán korábban, hogy ez az érdekes és szórakoztató játék egyúttal a valóság valószínűségi, információelméleti megközelítését is jelenti, és alkalmas az információ mérésére!

Nézzük meg ezek után ezzel a módszerrel a világ legbonyolultabb jelrendszereinek, az emberi nyelvnek a szimbólumait, a fonetikai ábécét! Egyúttal azt is megtanuljuk, hogyan kapcsolódik össze az információ mértéke a kódolással.

## 2.4. Kódolás

Vizsgáljuk meg a 30 betűből és két további jelből, a pontból és a szóközből álló jelrendszer információtartalmát!

Mivel 32 jelről van szó, az egy jel által reprezentált információtartalom 5 bit. Nézzük meg, hogy jön ez ki, ha a felosztásos módszert használjuk. Jobbról balra kell haladnunk a „kérdésekkel”, a következők szerint: a betűsor jobb oldali felében van a keresett betű? Nem. A maradék betűsor jobb oldali felében van a keresett betű? Nem... stb., nem he-

lyett 0-t, igen helyett 1-est írva a kapott válaszsorozatot helyettesítettem egy bináris számrendszeri számokból álló sorozattal.

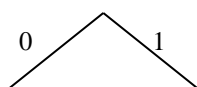
A 32 elemű halmaz egy elemének azonosításához az 5 kérdés eredményét tehát egyszerre felírhatom: ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy egyszerre teszem fel a kérdéseket. Pl.:

A | Á | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | Ö | P | Q | R | S | T | U | Ü | V | W | X | Y | \_ .

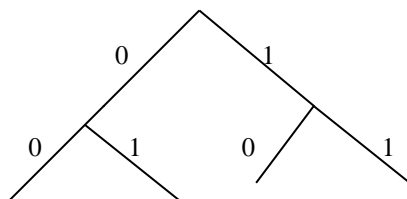
Az első négy betű kódja ezzel a módszerrel: 00000, 00001, 00010, 00011.

Ez a művelet a kódolás, és a számsorozatok az egyes kódszavak. Összesen 32 ilyen öttagú jelsorozattal minden, ebből a jelkészletből álló szöveget kódolni tudunk. Ez azt jelenti, hogy a kódszöveg éppen ötször annyi jelből fog állni, mint az eredeti betűkkel leírt szöveg.

Az eljárást úgy is leírhatjuk, hogy a jeleket két egyenlő csoportba osztjuk. Az egyiket 0 jelöli, a másikat 1.



Az így kapott csoportokat ismét két ágra bontjuk, így már négy csoportunk lesz; a „bináris fa” ágait rendre 0 és 1 jelöli azonos módon.



A kapott csoportokba már 8 írásjel tartozik. Az eljárást mindaddig folytatjuk, amíg minden ághoz csak egyetlen írásjel tartozik. Ekkor az ágak mentén haladva leolvashatjuk az ötbetűs kódokat. Általánosságban elmondható, hogy bármely információ mennyiségét úgy mérjük, hogy az adott információt átírjuk, kódoljuk 0 és 1 jegyekből álló sorozattá a lehető legrövidebb módon! Ez akkor következik be, ha a lehető legrövidebb jelsorozatot kapjuk, és az így kapott jelsorozat (kódszó) hosszával (számjegyei számával) mérjük az információ mennyiségét. Az információ mennyiségének számszerű értéke tehát nem más, mint a legrövidebb kérdés válaszainak számokkal történő kódolása.<sup>36</sup> A kódolás inverz folyamata a dekódolás.

Mielőtt továbbmennénk, foglaljuk össze a legfontosabb eddigi fogalmakat!

**Jel** (vagy „betű”): az információ elemi hordozója, egy jelkészlet (halmaz, abc) eleme.

**Hír** (közlemény, szó vagy üzenet): egy jelkészletből vett jelek véges sorozata.

**Kódolás:** az az eljárás, amely egy nyelv véges abc-ből álló szavait egyértelműen hozzárendeli egy másik nyelv szavaihoz.

**Dekódolás:** az előzővel ellentétes folyamatot jelent.

<sup>36</sup> Ilyen öt bites kódokat használtak régebben, pl. az un. lyukszalagokon.



A kulturális, majd a technikai-technológiai evolúció során a különböző szimbólum-rendszerek értelmezésére és továbbítására egyre komplexebb kódoló és dekódoló mechanizmusok alakultak ki. Természetesen olyan kódokat is lehet készíteni, amelyeknek kódszavai eltérő hosszúságúak. Ennek klasszikus példája a Morse-ábécé. A Morse-kód háromféle jelet használ: rövid szignál (grafikai szimbóluma pont), hosszú szignál (grafikai szimbóluma vonal) és szünet. Morse úgy alkotta meg szimbólumrendszerét, hogy figyelembe vette az angol ábécé betűinek gyakoriságát az angol nyelvű közleményekben. Az *e* betű előfordulási valószínűsége a legnagyobb (0,1031) míg a *z* betűé a legkisebbek egyike (0,0005), így aztán nem meglepő, hogy a Morse-ábécében az *e* betű jele egy rövid szignál (·) míg a *z* betűé két hosszú és két rövid szignál (– · – ·).

Egy kódrendszer kialakításakor fontos szempont az, hogy a kódolt szöveg a lehető legrövidebb legyen.

## 2.5. Információ és valószínűség, a Shannon-képlet

Az eddigiek során több alkalommal is említettük, hogy az információmennyiség egyszerű logaritmikus függvénnyel akkor fejezhető ki, ha az adott jelkészlet minden jele azonos valószínűséggel fordul elő. Ebben – és csakis ebben – az esetben a jelek száma az adott eseményternek az a mérhető tulajdonsága, amellyel a megfelelő műveletet elvégezve megkapjuk az információ mérőszámát. Ha egy kicsit utánagondolunk, akkor nyilvánvalóvá válik számunkra, hogy a valóságban használatos jelrendszerek nem ilyenek. Ezek elemei eltérő valószínűséggel fordulnak elő.<sup>37</sup> Mi a helyzet ilyenkor az adott jelekhez tartozó információkkal?

Szubjektív és intuitív módon is megállapíthatjuk azt, hogy a valószínűség és az információ között fordított arányosság áll fenn: minél kisebb az esélye egy esemény bekövetkezésének, annál nagyobb az általa hordozott információ, és fordítva a nagy valószínűséggel bekövetkező események információtartalma csekély. Egy 100%-os valószínűséggel előforduló jel pedig  $\log_2 1 = 0$  bit információt tartalmaz, vagyis egyáltalán nincs információértéke.<sup>38</sup>

Megállapíthatjuk tehát, hogy az információ a jel előfordulási valószínűségének függvénye. A fordított arányosságnak megfelelően ilyenkor a valószínűségek reciprokából számoljuk ki az információ mennyiségét, az alábbi képlet segítségével:  $I(A) = \log_2 \frac{1}{p(A)}$ ,

ahol  $p(A)$  az *A* esemény bekövetkezésének a valószínűségét,  $I(A)$  pedig az *A* által reprezentált információmennyiséget jelenti. Ezt az összefüggést először – egymástól függetlenül – Claude Shannon és Norbert Wiener fogalmazták meg. (A képletet a  $\log_2 \frac{1}{x} = -\log_2 x$

összefüggés alapján ebben az alakban is fel lehet írni:  $I(A) = -\log_2 p(A)$ .) A valószínűség tehát kitüntetett szerepet játszik az információelméletben. Az egyes jelekhez tartozó információértékek kiszámításának az a feltétele, hogy valószínűségeket tudjunk hozzájuk rendelni.

<sup>37</sup> Az események valószínűségét 0 és 1 közé eső tört fejezi ki. A lehetetlen esemény valószínűsége 0, a biztosan bekövetkezőé 1. A  $p = 1/2$  valószínűség azt jelenti, hogy az esemény bekövetkezésének és be nem következésének az esélye egyenlő.

<sup>38</sup> Biztos eseménynek (valószínűsége 1) nincs hírértéke. Például a mi kulturánkban ilyen, információérték nélküli közlés lenne, hogy a karácsony este december 24-re esik.

Ha egy jelrendszer egyes jeleinek előfordulási valószínűsége különböző, akkor – a korábban vizsgált „szimmetrikus” esetekkel szemben – az előző képlet alapján kiszámított információ-mérőszám csak az adott jelre, pontosabban arra a hipotetikus, virtuális jelrendszerre vonatkozik, amelynek minden jele az adott valószínűséggel előforduló jelből állna.

A valóságos jelkészletre vonatkozóan – amely, mint említettük, különböző valószínűséggel előforduló jelekből tevődik össze – csak egy átlag információmennyiség kiszámítása lehetséges. Ez úgy történhet, hogy összegezzük az egyes eltérő valószínűséggel előforduló jelekhez tartozó információmennyiségeket. Az átlag kiszámításakor az egyes jelek előfordulási gyakoriságának megfelelően súlyoznunk is kell, azaz ki kell számolnunk a súlyozott átlagot.

Az egy jelre eső átlagos információ a Shannon-féle entrópia, amelyet  $H$ -val jelölünk:

$$H = p_1 \log_2 \frac{1}{p_1} + p_2 \log_2 \frac{1}{p_2} + \dots + p_n \log_2 \frac{1}{p_n}.$$

Másképpen felírva ugyanezt:

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i.$$

Az események teljes eseményrendszert alkotnak, azaz  $\sum p_i = 1$ ; valamelyiknek be kell következnie az egyébként egymást kizáró (diszjunkt) események közül. Az egyes  $p_i \log_2 \frac{1}{p_i}$  tagokra vonatkozóan azt kell észrevennünk, hogy a  $\log_2 \frac{1}{p_i}$  kifejezés arra a

homogén, virtuális halmazra vonatkozó információmennyiséget jelenti, amelyben a jelkészlet minden egyes eleme  $\frac{1}{p_i}$  valószínűséggel fordulna elő.<sup>39</sup> A  $p_i$  súlyozó tényező

ahhoz szükséges, hogy ez az adat beilleszkedjen a valós, heterogén halmazba. Segítségével megadjuk, hogy az adott jel által reprezentált esemény információmennyisége a reális halmaz bármely eleme által képviselt átlag információmennyiséghez milyen arányban járul hozzá.

Nézzük meg ezt egy konkrét jelsorozaton! Vegyük ismét a kódolás bemutatásához felhasznált jelrendszert, amelynek jelkészletét a magyar nyelv elemi szimbólumai teszik ki. A jelekből összeállított jelsorozat lehet bármilyen hosszabb magyar nyelvű szöveg, akár ennek a tankönyvnek a szövege is. Eseménynek tekintjük egy betűnek a szöveg kiválasztott helyén való előfordulását. A betűk előfordulásának valószínűségét egyszerűen kiszámíthatjuk. Ha a szöveg  $N$  számú jeltől áll (azaz  $N$  hosszúságú), és az egyes betűk előfordulásának száma rendre  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$ , akkor a relatív gyakoriságok

<sup>39</sup> Ebből következik, hogy ekkor vagyunk a legbizonytalanabbak. Ennélfogva fejezi ki az információelméleti entrópiatörvény a határozatlanság, bizonytalanság mértékét is. (Shannon nem véletlenül vette kölcsön a termodinamikától az entrópia kifejezést.)

$$p_1 = \frac{k_1}{N}, p_2 = \frac{k_2}{N}, p_3 = \frac{k_3}{N}, \dots, p_n = \frac{k_n}{N}.$$

A relatív gyakoriság tehát megadja a betű előfordulási valószínűségét.

Két általános feltételt kell még megemlítenünk: a szöveg legyen reprezentatív, és az  $N$  legyen lényegesen nagyobb  $n$ -nél. Esetünkben mindkét feltétel teljesült, hiszen a természetes nyelvben, amit használunk, az egyes betűk a szöveg jellegétől függetlenül körülbelül ugyanolyan gyakorisággal fordulnak elő, és a jegyzet szövege elegendően hosszú. A kapott adatokból ki tudjuk számolni a jelrendszerre a Shannon-féle entrópiát. Ez az egy jelre eső átlagos információ, bitekben kifejezve.

Egy elegendő hosszúságú szöveg információtartalmát pedig úgy számíthatjuk ki, hogy az egy jelre eső átlagos információt megszorozzuk a szöveg hosszával:

$$I = N \times H.$$

Az entrópia kifejezést erre az átlag információt mérő kifejezésre Shannon Neumann János javaslatára használta. Az, hogy egy információforrás információtartalma arányos az entrópiájával, a Shannon-formula és a fizikai entrópia statisztikus mechanikai leírásakor használatos Gibbs-féle egyenlet  $S = -k \sum p_i \ln p_i$  hasonlatossága alapján is kézenfekvő,

de a formális hasonlóságnál mélyebb összefüggésről van szó. Ahogyan W. Weaver írta:

*„...hogy az információt az entrópiával mérjük, természetes törekvés, hiszen egy kommunikációs forrásra ugyanúgy elmondható, mint egy termodinamikai rendszerre. Ez a helyzet magasan szervezett, és nem jellemzi nagyfokú véletlenség vagy választási lehetőség, ami azt jelenti, hogy az információ/entrópia csekély.”*

A fentiek alapján is belátható az, hogy a Shannon-féle entrópia nem az egyes jeleknek, hanem a teljes jelrendszernek a tulajdonsága. Az entrópia tehát az információforrás rendszertulajdonsága.

## 2.6. Entrópia és redundancia

Az információmennyiség tetszőleges nagyságú pozitív szám lehet, és nincs maximuma vagy határa. Az entrópia ezzel szemben jól definiálható maximummal rendelkezik. Az  $n$  jelszámú jelrendszer maximális entrópiája  $H_{\max} = \log_2 n$ . Meggyőződhetünk arról, hogy ha a Shannon-képletben a  $p_1, p_2, \dots, p_n$  helyére  $\frac{1}{n}$  értékeket írunk, akkor az

eredmény  $\log_2 n$  lesz. Ez azt jelenti, hogy egy jelrendszer entrópiája akkor maximális, ha a jelkészlet minden eleme azonos valószínűséggel fordul elő.

Minimális értéke viszont a jelrendszer entrópiájának nem értelmezhető, hiszen az ennek megfelelő nulla entrópia azt jelentené, hogy jelkészlet helyett csak egyetlen, nulla információt hordozó jel található, egy jel pedig nem tekinthető jelrendszernek. Egy jelrendszer entrópiájára az alábbi összefüggés írható tehát fel:  $0 < H \leq \log_2 n$ . A fenti összefüggésből következik, hogy egy jelrendszer entrópiája többféle értékkel is megadható, azaz többféle entrópia létezik.

A természetes nyelvek, így a magyar nyelv esetében is az entrópia akkor lenne a legnagyobb, ha azzal a feltételezéssel élünk, hogy minden betű azonos valószínűséggel fordul elő. A magyar nyelv esetében ez az érték 5.5 bit, és természetesen minden jel esetében azonos. Ez az entrópia maximális értékével egyezik meg. Shannon a természetes nyelvek ilyen mesterségesen kreált betűsorokkal történő modellezését **nullarendű**

**megközelítésnek** nevezte. Ha az egymást követő betűket egymástól függetlenül választjuk ki, de a kiválasztás valószínűsége a természetes nyelvnél megfigyelt értékek alapján történik, **elsőrendű approximációról** van szó. Ezt tettük akkor is, amikor ennek a jegyzetnek a szövege alapján kiszámoltuk a Shannon-féle entrópiát a magyar nyelvre. Pontosabban fogalmazva ez a **betűnkénti elsőrendű entrópia**, amelynek kiszámításakor úgy jártunk el, mintha a nyelv egymástól függetlenül előforduló szimbólumokból álló jelkészlet lenne, és az információforrás kizárólag az előzetesen kiszámított valószínűségek szerint állítaná elő a szimbólumsorozatokat, függetlenül attól, hogy milyen jelek szerepeltek korábban. (Az ilyen rendszert egyébként stochasztikus folyamatnak is nevezik.)

Ebben az esetben a Shannon-képlettel kiszámolt átlagérték: a betűnkénti elsőrendű entrópia adódik, ami természetszerűleg kisebb a maximális entrópiától. Ez már jobban közelíti a valóságot. A természetes nyelvek esetében azonban az egymást követő betűk között szoros kapcsolat van, egy betű előfordulásának a valószínűsége nagymértékben függ a megelőző betűktől.<sup>40</sup> Itt tehát a stochasztikus folyamatok egy speciális esetéről van szó, amelyet Markov-sorozatnak nevezünk.

A természetes nyelveket így csak egy elegendően komplex stochasztikus folyamatrendszerrel lehet modellezni, illetve statisztikailag elemezni. A legegyszerűbb eset az, amikor a betűpárokat (digram-szerkezeteket) vesszük figyelembe. Ez azt jelenti, hogy más jelegységet választottunk. 30 betű esetén 900-féle betűpár állítható össze, amelyek előfordulásának valószínűsége nagyon eltérő. A betűpárokból álló jelrendszer entrópiáját jelölhetjük  $H_2$  jellel. Ilyenkor is kiszámíthatjuk az egy betűre jutó átlagos információt, ami  $\frac{H_2}{2}$  lesz. A  $H$  és a  $\frac{H_2}{2}$  közötti összefüggés a következő:  $\frac{H_2}{2} \leq H$ . Az eljárást betű-

hármaskra, betűnégyesekre, szavakra folytatva a  $\frac{H_n}{n}$  értékek egyre jobban közelítik az egy betűre jutó átlagos információ valós értékét.

A  $\frac{H_n}{n}$  értékeknek van egy határértékük, amely valamennyi  $\frac{H_n}{n}$  értéknél kisebb, és a  $\frac{H_n}{n}$  számokkal tetszés szerint megközelíthető. Jelöljük ezt  $H'$ -vel. Ez a határérték lesz a jelrendszer átlagos entrópiája, amely egyenlő a jelrendszer egy jelére jutó átlagos információval.

Természetesen erre is teljesül a  $0 < H' \leq \log_2 n$  egyenlőtlenség: értéke akkor lesz maximális, ha valamennyi jel azonos valószínűséggel fordul elő, és az egymást követő jelek teljesen függetlenek egymástól. Egy jelrendszer információelméleti szempontból akkor maximális hatékonyságú, ha  $H' = \log_2 n$ .

Egy jelrendszer maximális entrópiája ( $H_{\max}$ ) a  $H_{\max} = \log_2 n$  képlettel könnyen kiszámítható.

A valós állapotot megközelítő tényleges entrópia ( $H'$ ) közelítő pontossággal – mint láttuk – szintén kiszámítható. A kettő hányadosa  $H' / H_{\max} = H_{\text{rel}}$ , vagyis az információforrás relatív entrópiája. Ez jellemző az adott jelrendszerre, és a jelrendszer hatékonyságának a mértéke. A relatív entrópia értéke 0 és 1 között lehet ( $0 < H_{\text{rel}} < 1$ ).

Nézzünk egy példát! Ha a relatív entrópia mondjuk 0,7, ez azt jelenti, hogy az információforrás az üzenet megfogalmazása során a jelkészlet elemeinek kiválasztásakor

<sup>40</sup> Pl. az „ng” kombináció gyakori (ing, engem, ringló stb.) de a „gn” ritka.

70%-os szabadsággal rendelkezik. Ilyenkor 30% az üzenetnek az a része, amelyet nem az adó szabad választása, hanem a jelrendszer „grammatikája”, a szintaxis határoz meg. Az üzenetnek ez a része tehát kötött: a szimbólumok használatára vonatkozó konvenció határozza meg. Ezt nevezzük a jelkészlet redundanciájának. A redundanciát úgy számoljuk ki, hogy a relatív entrópia értékét kivonjuk 1-ből ( $R = 1 - H_{rel}$ ).

A természetes nyelvek jelkészletét kölcsönös függőségek hatják át, ezért a közlemények összeállításához felhasználható szimbólumok összekapcsolása erősen szabályozott. A szintaktikai összefüggések olyan mértékben lecsökkentik az egy betűre jutó átlagos információt, hogy a jelek egy részének elhagyása vagy elveszése esetén is képesek vagyunk rekonstruálni az eredeti üzenetet. A természetes nyelvek redundanciája magas, legalább 50%-ot tesz ki.

A redundancia helyes értelmezéséhez figyelembe kell venni, hogy az nem az egyes közleményekre, hanem a teljes jelrendszerre jellemző statisztikai fogalom, amely azt fejezi ki, hogy az adott jelrendszer milyen hatékonyságú lehetne maximálisan. A köznapi szóhasználat alatt értett redundancia viszont inkább szemantikai kategória, és az egyes közleményekben tapasztalható üresjáratokat, felesleges bőbeszédűséget értjük alatta.

### 3. Információ és kommunikáció biológiai rendszerekben

#### 3.1. A kibernetika alapfogalmai és az élő rendszerek

Az élő szervezetek sajátos kibernetikai rendszerek, amelyek működésében az információ kitüntetett szerepet játszik. Néhány fontos jellemzőjüket az alábbiakban foglaljuk össze:

- Nyílt, hármas elvű rendszerek
- Vezérelt és szabályozott rendszerek
- Lágy automaták (lásd később)
- Negentrópus és disszipatív rendszerek (lásd a fogalmak szótárában)
- Önfenntartó és önreprodukáló rendszerek
- Változékonyságra és fejlődésre alkalmas rendszerek

Ahhoz, hogy ezeket a rendszertulajdonságokat értelmezni tudjuk, szükségünk van arra, hogy megismerkedjünk a kibernetika néhány alapfogalmával. A kibernetika tudománya szolgáltatja azt a fogalomrendszert és azokat a modelleket, amelyek lehetővé teszik az élő rendszereknek és a bonyolult műszaki berendezéseknek az egységes tárgyalását. Ennek kettős haszna van: egyrészt jobban megérthetjük az élő rendszerek működését, másrészt – az élőlényektől elcsúszott megoldások felhasználásával – tökéletesíthetjük a gépi rendszerek működését.

A kibernetika a második világháború alatt folytatott katonai célú kutatásokból nőtt ki. Születése – az információelmélethez hasonlatosan – egy olyan könyv megjelenéséhez kapcsolódik, amely a tudományág alapkövének számít. A könyv címe körvonalazza a tudományterület vizsgáldásának tárgyát, és megjelöli a további kutatások programját is: Kibernetika, avagy kommunikációs és szabályozási folyamatok az állatoknál és a gépeknél (Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine).<sup>41</sup> Norbert Wiener, az 1948-ban kiadott könyv szerzője a következőképpen határolta körül az új tudomány tartalmát:

*„Elhatároztuk, hogy az önműködő vezérlésnek, illetve a hírközlés elméletének az egész területét, akár gépről, akár emberről van szó, a kibernetika névvel fogjuk jelölni, amelyet a görög kibernetész, vagyis kormányos szóból képeztünk.”<sup>42</sup> E kifejezés választásával azt is szeretnénk elismerni, hogy a visszacsatolási mechanizmusról szóló első jelentős tanulmány az a dolgozat, amelyet Clark Maxwell 1868-ban publikált, az eredeti angol címben szereplő governor kifejezés tulajdonképpen a kibernetész szónak egy latinított módoszata. Szeretnénk utalni arra a tényre is, hogy a hajó kormány szerkezete*

<sup>41</sup> Wiener, Norbert: Cybernetics; or, Control and Communication in the Animal and the Machine. New York, John Wiley, 1948.

<sup>42</sup> A kibernetika kifejezés egyébként már egy évszázaddal korábban is megjelent, a francia André Marie Ampère 1843-ban kiadott, a tudományokat rendszerező művében. „Felismertem egy tudományterületet, amelyet kibernetikának nevezek. A görög kifejezést először szűkebb értelemben egy hajó kormányzásának a megjelölésére használták, később maguk a görögök is általában a kormányozás művészetére terjesztették ki.”

*valóban a visszacsatolási mechanizmusok egyik legkorábbi és legjobban kifejlesztett formája.”*

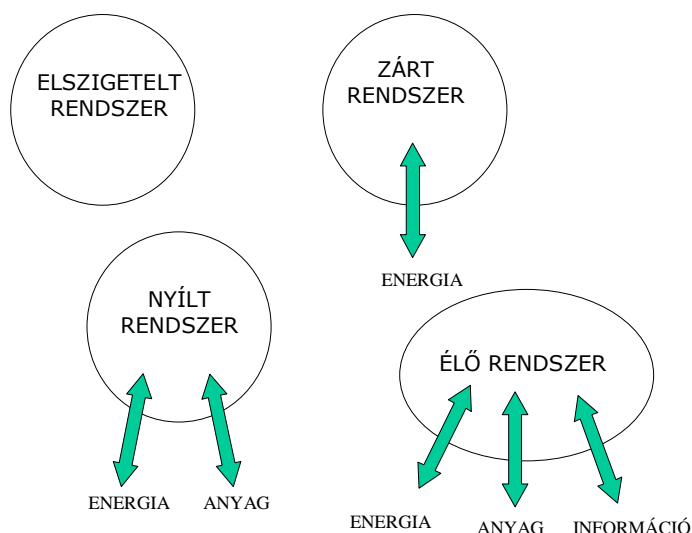
Tarján Rezső fizikus-kibernetikus, Wiener írásainak magyar nyelvre fordítója a következőképpen határozta meg az új tudomány tartalmát: „...a kibernetika a tudományok történetében az első tudatos kísérlet azoknak az organizációs elveknek a műszaki konstrukciós gyakorlati alkalmazására, amelyek a legmagasabban szervezett rendszerekben, ti. az élő szervezetekben megfigyelhetők.” Ebből a definícióból látható, hogy az a szemléletmód, amely itt megnyilvánul, az élő szervezetek és az összetett műszaki rendszerek azonos szerveződési elveire figyel, elsősorban az információfeldolgozás hasonlóságaira alapozva. A kibernetika tárgyát tehát a különböző rendszerek közös sajátosságai képezik. Ebből a szempontból a kibernetika a rendszerek kutatásával foglalkozó tudományok közé tartozik, és az általános rendszerelmélettel rokon. Közel áll hozzá még az a tudomány is, amelynek az egyik megalapítója Neumann János. Ez az automaták általános és logikai elmélete nevet viseli. Ezekre a tudományokra jellemző az, hogy interdiszciplinárisak és több tudomány határterületén alakultak ki. A kibernetika a rendszereket abból a szempontból vizsgálja, hogy azok hogyan használják fel az információkat saját belső stabilitásuk fenntartására, illetve környezetükre vonatkozó célfeladatok optimális végrehajtására.

Norbert Wiener annak a mérnökcsoportnak volt az egyik tagja, amelynek az volt a feladata, hogy oldja meg a légvédelmi ágyúk radarral történő tűzvezérlésének problémáit. Olyan komplex rendszer elemeinek összehangolt és eredményes működését kellett biztosítani, amelybe beletartoztak a légvédelmi lövegek, a radarok, a hírközlő rendszerek és az ezeket kezelő emberek is.<sup>43</sup> A feladat az egyes elemek közötti információs kapcsolatok optimalizálása volt, tehát valójában információkezelési és -feldolgozási, kommunikációs problémáról volt szó. A feladvány megoldása során kristályosodtak ki a kibernetika olyan alapfogalmai, mint pl. a rendszer, a vezérlés, a szabályozás, a szabályozókörök és a visszacsatolás. Nézzük meg ezeket egy kicsit részletesebben!

A rendszer a kibernetika talán legáltalánosabb és legátfogóbb alapfogalma. A rendszerek csoportosítása többféleképpen lehetséges. Az egyik szempont az, hogy milyen a kapcsolat a rendszer és környezete között. Háromféle kölcsönhatás vizsgálatáról van szó: a rendszer és környezete közötti energia-, anyag- és információcsere. Abban az esetben, ha a rendszer környezetével semmilyen kapcsolatban nem áll, elszigetelt rendszerről beszélünk. Ha a rendszer a környezettel csak energiacsere-kapcsolatban áll, akkor zárt rendszerről van szó. Ha a rendszer anyag- és energiacserét is folytat környezetével, akkor nyílt rendszer. Ha olyan összetett rendszerről van szó, amely belső szerveztségének fenntartásához a környezettel való információcsere is elengedhetetlen, akkor hármasselvű rendszerekről beszélünk. Ilyen rendszerek az élő szervezetek.

---

<sup>43</sup>A rendszer független változója az ellenséges repülőgép volt.



3. ábra: Rendszerek

Ahhoz, hogy a szabályozás fogalmát megértsük, a vezérlésből, illetve a vezérelt rendszer fogalmából kell kiindulni. Vezérelt rendszer esetében az információátvitel egyirányú. A rendszer egyik végpontján van egy vezérlő, adó, amelyikben megfogalmazódik a vezérlés tárgyát képező részrendszerre vonatkozó utasítás, amelynek az a célja, hogy a részrendszer állapotát megváltoztassa. Annak visszajelzésére, hogy az utasítás elérte-e a célját, ebben az esetben nincs lehetőség. Ha tehát a rendszer középponti egységében megterveződik egy környezeti hatás és kimegy az utasítás, akkor nincs már mód a korrekcióra. Az utasítás hatása egyirányú, lineáris.

A szabályozott rendszer esetében a központ visszajelzést kap arról, hogy mi történt a periferián, tehát az output korrigálható. Az ilyen rendszer esetében lehetőség van a megtervezett, elérni szándékozott állapotváltozás és a ténylegesen bekövetkezett változás mértékének összehasonlítására. A „van” és a „kell” értékek folyamatos összevetése – és a kimenő utasítás megfelelő módosítása – megy végbe egészen addig, amíg a periferián be nem következik a kívánt mértékű változás. Az ilyen rendszer folyamatosan képes változtatni működését. Ilyenkor cirkuláris vagy dinamikus kauzalitásról beszélünk. A szabályozás esetében sokkal finomabb és rugalmasabb a környezethez történő illeszkedés.

Az önszabályozó, környezetükhöz illeszkedő automaták működése ezen az elven alapszik. Azok a rendszerek, amelyek ezt a működésmódot tökéletességre fejlesztették, az élő szervezetek. Jó példa erre az élőlények belső környezetének állandósága, a homeosztázis. A belső környezet (milieu interieur) fogalmát egy francia orvos-biológus, Claude Bernard vezette be a 19. században. A szervezet belső folyadéktereit, a testnedveket és a vért jelölte ezzel a kifejezéssel, amelyekre jellemző, hogy az összetételük meglepő állandóságot mutat. A belső környezet paramétereinek állandó szinten, illetve nagyon kicsi intervallumon belül tartása kimenetek és bemenetek összehangolt szabályozását igényli. Ezt a folyamatot nevezte el az amerikai Walter B. Cannon homeosztázisnak.



zisnak. Az ember vérében például – a külső környezettől nagymértékben függetlenül – nagyfokú állandóságot mutat az ionösszetétel (izoionia), a hidrogénion-koncentráció, azaz pH (izohidria), a vérben oldott anyagok koncentrációja (izoozmózis), a vér térfogata (izovolémia), a vér hőmérséklete (izotermia). A külső környezethez történő alkalmazkodást ma már műszaki berendezéseink egy része is képes produkálni. Ilyen például a célra programozott robotrepülőgép, amely haladásának irányát, sebességét a földfelszín, illetve légköri viszonyoknak megfelelően képes korrigálni. Erre az teszi képessé, hogy szabályozó körei segítségével állandóan méri a céltól való eltérést, és végrehajtja a szükséges korrekciókat. Közismert példa a termosztát, amely egy adott környezet hőmérsékletét tartja állandó értéken. Érzékelő szerve egy hőmérő, amely kapcsolatban áll egy energiatermelő rendszerrel. A szükségesnél (kell érték) alacsonyabb hőmérséklet működésbe hozza, míg a magasabb leállítja az energiatermelő folyamatot.

Az élő rendszerek az eddig ismert legbonyolultabb és legtökéletesebb kibernetikai rendszerek. Működésükben középponti, kitüntetett szerepe van az információnak, az információcserének és az információk értékelésének, feldolgozásának. Innen ered az az általánosan elterjedt felfogás, miszerint az információ csak az élő rendszerekben megnyilvánuló, biológiai entitás, az élő anyag egyedülálló „attribútuma”. Amikor tehát az informatika, illetve az információtudomány középponti fogalmával, az információval foglalkozunk, az élő rendszerek tanulmányozása hasznunkra lehet az információ fogalmának jobb megértéséhez.

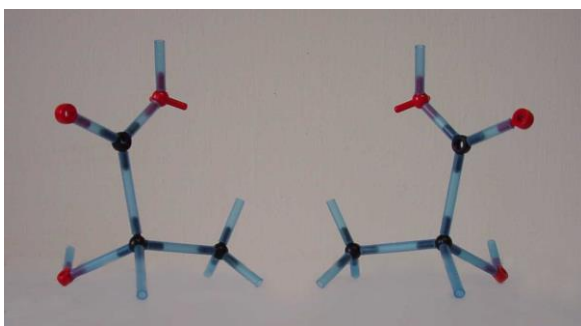
### *3.2. Információtárolás és -másolás a molekulák szintjén*

Az élő rendszerek működésének mélyebb megértéséhez vezető tudomány, a molekuláris biológia a múlt század közepén kezdett kibontakozni. Az információk átadásával foglalkozó molekuláris biológiai rész tudomány a molekuláris genetika. Ezért ha az élő szervezetek információs folyamatait szeretnénk megismerni, akkor a molekuláris genetika néhány alapösszefüggésének megértésére van szükségünk.

A múlt század közepétől az élőlények tulajdonságait molekuláik jellemzőire, és a molekuláik közötti kölcsönhatásokra vezetjük vissza. Az öröklődés tulajdonságok továbbadását, azaz információátadást jelent. A molekuláris biológiai paradigma szerint itt is molekulák állnak a folyamatok hátterében, olyan molekulák, amelyek képesek információtárolásra és -továbbadásra. Az emberi öröklődésért felelős gének is molekuláris felépítésűek. Mielőtt az örökítőanyag, a gének molekuláris szerkezetét megvizsgálánk, nézzük meg azt, hogy egyáltalán hogyan lehetséges az információtárolás molekuláris szinten.

Az élő szervezetek szénvegyületekből épülnek fel. A szénvegyületek kisebb molekulái szerkezetükben képesek információ tárolására. Minden szénatom négy kötést tud létesíteni, és kézenfekvő, hogy ezeknek a kötéseknek szerepük lehet az információk tárolásában. A megkötött atomok-atomsoportok térállása például eltérő lehet, és ahol több variáció lehetséges, ott tudjuk, hogy információ is van.

Az egyszerű tejsavmolekulának például két változata létezik, és ez egy bit információ mennyiséget, csupán egy bit eltérést jelent. A kétféle tejsavmolekula az atomsoportok térbeli elhelyezkedésében különbözik egymástól.



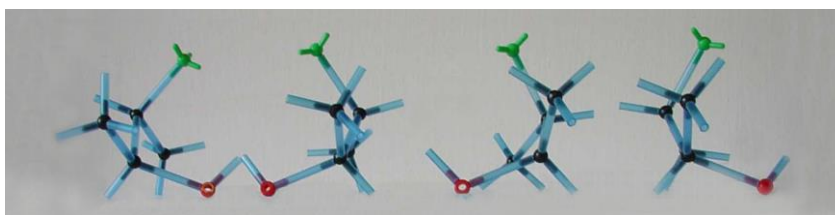
4. ábra: Tejsavmolekulák vázmodellje

Ezek a molekulák nagyon hasonlóak, de fedésbe nem hozhatók, egymásnak tükörképei. A két kezünk is ilyen szimmetriaviszonyban van egymással. Ezért az ilyen molekulákat az emberi kéz görög nevéből királis molekuláknak nevezzük. Ha megfigyeljük a legegyszerűbb királis molekulát, észrevesszük, hogy a benne van egy olyan szénatom, amely körül négy különböző atomcsoport helyezkedik el.



5. ábra: Királis molekula általános szerkezeti modellje

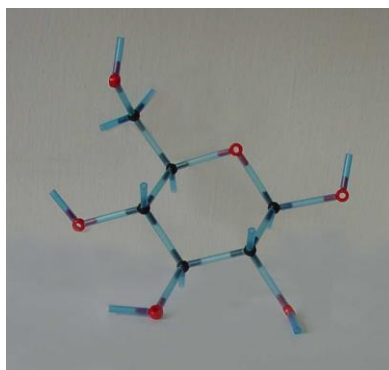
Az ilyen szénatomot kiralitáscentrumnak nevezzük. Nagyobb szénvegyületben persze több kiralitáscentrum is lehet. Ha két kiralitáscentrum van a molekulában, akkor a lehetséges variációk száma négy.



6. ábra: Molekula két kiralitáscentrummal

Általánosan elmondhatjuk, hogy ha egy molekulában  $n$  kiralitáscentrum van, akkor a molekula változatainak a száma  $2^n$ . Ilyenkor a lehetséges molekulaszervezetek halmazának egy tagja  $\log_2 2^n$ , azaz  $n \log_2 2$ , vagyis  $n$  bit információennyiséget jelenthet.

A hat szénatomos gyűrűs szénláncú glükózmolekulában például 5 kiralitáscentrum van, tehát 32 változatban létezhet – említsük meg az érdekesség kedvéért, hogy ezek közül az egyik a természetben található szőlőcukor, az  $\alpha$ -D glükóz.



7. ábra: Az  $\alpha$ -D glükóz molekula térszerkezete

A koleszterinmolekulában 8 kiralitáscentrum van, ebből ki tudjuk számolni, hány változatban létezhet. A gyűrű alakú nagyobb molekulák közé tartozik például a nonen-zim nevű antibiotikum, amelynek 17 aszimmetriacentruma van, azaz  $2^{17} = 131\,072$  változata lehetséges. Ha ez a molekula képes lenne önreprodukcióra, és a másolás során különböző új változatai is keletkeznének, öröklődő változékonyság jelenne meg. Ha a molekula környezete bizonyos változatokat előnyben létesítene, akkor a különböző változatok közötti szelekciója is felléphetne. Az ilyen véges számú variációs lehetőséget biztosító zárt molekulák azonban az élők határtalan bonyolultságának kódolásához nem megfelelőek.

Az élők végtelen változatossága mögött olyan molekulákat találunk, amelyek nem térszerkezetükben kódolják a genetikai információt. Az örökítő anyag nem a különböző csoportok eltérő térbeli helyzetében, hanem azok sorrendi különbözőségében hordozza az információkat.

A genetikai kódot tehát nem a sztereospecifikusság, hanem a különböző atomcsoportok lineáris egymásutánisága képezi.

August Weismann genetikus már a 19. században felismerte, hogy az öröklődés információk továbbadását jelenti. Ezt követően a biológusok keresni kezdték a jelpéldányokat, azaz azokat a molekulákat, amelyekben az élőlények tulajdonságai vannak kódolva. A sejt kémiai összetételének megismerését követően sokáig úgy gondolták, hogy az információk generációkról generációkra történő továbbadásáért a fehérjék felelősek. A nukleinsavakat túl egyszerű összetételűnek tartották ahhoz, hogy az élet sokszínűségéért felelős örökítőanyagot lássák bennük. (A fehérjék változatosságát 20-féle molekula okozza, míg a nukleinsavak 6-7 molekulaféleségből épülnek fel.) A Nobel-díjas fizikus, Erwin Schrödinger 1944-ben megjelent, *What is Life* (Mi az élet) című könyvében fogalmazta meg azt az állítást, hogy az öröklődésért felelős kémiai anyagnak a kristályok-

hoz hasonlóan stabilnak kell lennie, a kristályokra jellemző monoton periodicitás nélkül.<sup>44</sup> Azt a különleges képződményt, amely ennek a kritériumnak eleget tesz, aperiodikus kristálynak nevezte. Ez megnövelte a nukleinsavak esélyeit, és néhány évvel később kiderült: az aperiodikus kristály a sejtmagok kromoszómaiban található óriási nukleinsav-molekula, a DNS. A múlt század 40-es éveinek második felében Maurice Wilkins és Rosalind Franklin röntgendiffrakciós felvételeket készített a kristályos DNS-ről a londoni King's College-ban.

Két másik kutató, Francis Crick és James Watson pedig úgy próbálta meg kitalálni, milyen lehet a DNS szerkezete, hogy molekulamodelleket illesztgetett össze a cambridge-i Cavendish Laboratóriumban. 1953 elején elkészült az elegáns kettős-hélix-modell, amely a modern molekuláris biológia, az élet és a későmodern kori tudomány szimbóluma lett. A biológia egyik legnagyobb felfedezéséről tudósító rövid – alig több mint 900 szavas – közlemény a Nature című folyóirat 1953. április 25-i számában jelent meg. A közlemény – amely a génkorszak kezdetét jelentette –, az „Egy lehetséges dezoxiribonukleinsav-szerkezet (A Structure for Desoxyribose Nucleic Acid)” címet kapta.<sup>45</sup> Így kezdődött: „A dezoxiribonukleinsav (DNS) számára javasolunk egy szerkezetet. A szerkezet újszerű sajátosságai biológiai szempontból nagyon jelentősek.”

A közleményt a következő figyelemre méltó mondat zárja: „Nem került el a figyelmünket, hogy az általunk hangoztatott specifikus párosodás közvetlenül egy lehetséges másolómechanizmust sugall a genetikai anyag számára.”

Mint látni fogjuk, a modell szerkezetéből valóban logikusan következik a molekula önmásolásának lehetősége, ami további kutatásokra inspirálta a biokémikusokat. Nézzük meg, milyen ennek a nevezetes molekulának a szerkezete, hogyan képes megfelelni az örökítőanyaggal szemben támasztott követelményeknek!

A DNS-molekula kétszálú óriásmolekula (makromolekula). A két szál gerincét egymáshoz kapcsolódó cukor- és foszforsav-molekulák monoton láncolata alkotja. A „cukor” 5 szénatomos, gyűrűs szénhidrát-molekula, a dezoxiribóz, innen a makromolekula neve: dezoxiribonukleinsav.

---

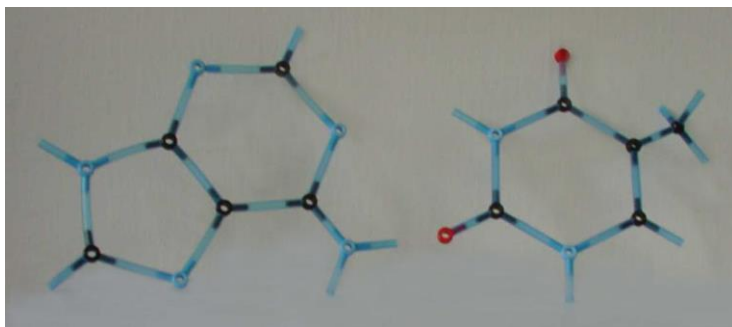
<sup>44</sup> In: Schrödinger, Erwin: Válogatott tanulmányok. Budapest, Gondolat, 1970.

<sup>45</sup> Watson, J. D.–Crick, F. H. C.: A Structure for Desoxyribose Nucleic Acid. In: Nature, April 25. 1953, London.



8. ábra: A dezoxiribóz-molekula térszerkezete<sup>46</sup>

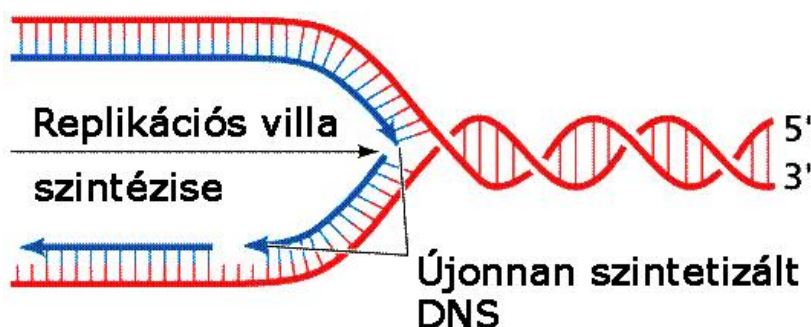
A cukormolekulákat foszforsav-molekulák kapcsolják össze hosszú lánczá. Minden cukormolekulához kapcsolódik egy-egy – szintén gyűrűs – nitrogéntartalmú úgynevezett nukleotidbázis is.



9. ábra: Nukleotidbázisok

<sup>46</sup> Az ábra a Watson és Crick eredeti közleményében (A Structure for Desoxyribose Nucleic Acid. In: Nature, April 25. 1953, London) szereplő rajz.

A két szál ezeken a bázisokon keresztül kapcsolódik össze, hélix-, azaz csavarmenteszerűen egymás köré tekerve. A bázisokat egymással a cukor-foszforsav lánc kötéseinél egy nagyságrenddel gyengébb, ún. hidrogénkötések kapcsolják össze, a cipzárhoz hasonlóan. A bázisok négyfélék: adenin, guanin, timin és citozin. Közülük kettő nagyobb, kettő kisebb méretű. A lánc tökéletes illeszkedésének feltétele, hogy kis bázishoz mindig nagy kapcsolódjék a túloldalon. Kettős illeszkedés történik, mivel nemcsak a bázis mérete, hanem a hidrogénkötés „mintázata” is számít. Ennek alapján a nagy adenin mindig a kicsi timinnel, a kicsi citozin pedig a nagy guaninnal kapcsolódik. Ezt a folyamatot nevezik a genetikusok bázispárosodásnak. Azt mondjuk, hogy a két molekulafél, a két lánc „komplementer”. Ez azt jelenti, hogy ha a kettős hélix széttekeredik, akkor mindegyik szál mintaként (templát) szolgál, és kiegészül egy újonnan szintetizálódó komplementer szállal, az eredeti DNS-molekula tehát megkettőződik. Az új molekula egyik szála így a régi marad, ezért nevezik a folyamatot szemikonzervatív replikációnak.



10. ábra: A DNS-molekula replikációja

Ez a megkettőződés képezi az élő szaporodásának elemi eseményeit, és így a földön kialakult élet és az evolúció alapját. L. Orgel biokémikus szavai szerint: „*ha az élet történetét visszafelé követjük az időben egészen a kezdetekig, a jellemző vonások fokozatosan eltűnnek, míg végül csupán a kiegészítő bázispárosodás marad.*”<sup>47</sup>

Ha viszont az eredettől, az ősi replikációs mechanizmustól indulunk el, akkor a DNS-ben mint jelpéldányban materializálódott, egyre több ágra bomló információfolyam egyre változatosabb és komplexebb testeken át halad tova az időben.

### 3.3. A genetikai kód

Most már tudjuk, milyen a DNS molekula szerkezete, és azt is megismertük, hogyan képes önmaga lemásolására. A továbbiakban azt vizsgáljuk meg, hogyan tárolja az információkat, mennyi információt tartalmaz, és mire vonatkoznak ezek az információk.

A DNS-molekula gerincét alkotó cukor-foszforsav lánc nem tartalmaz genetikai információt. Szerepe egyszerű hordozó, mint az írott szövegnél a papír, vagy a kompakt-lemeznél a műanyag. Információs jelentése a négyféle bázisnak van, ezek sorrendje képezi az „aperiodicitást” a molekulában. A négy bázis négyféle diszkrét egységet ké-

<sup>47</sup> Maynard Smith, John–Szathmáry Eörs: A földi élet regénye. Budapest, Vince Kiadó, 2000. 20. o.

pez, és ezek lineáris kombinációi alkotják a rendszerben jelentéssel bíró jelzéseket. Mivel elkülönült entitások elrendezése jelenti az információt, joggal mondhatjuk, hogy az digitális kódolású. Richard Dawkins megfogalmazása szerint:

„A Watson és Crick utáni molekuláris biológiában a legforradalmibb az, hogy digitálissá vált. Watson és Crick munkássága nyomán tudjuk, hogy a gének finom belső szerkezete merőben digitális információk hosszú fonalaiból áll.”<sup>48</sup>

Könnyű belátni, hogy mivel 4 elemű jelrendszerről van szó, egy bázis információtartalma  $\log_2 4$ , azaz 2 bit. Az emberi DNS (human genom) 3 milliárd bázisból áll, tehát az általa hordozott információ mennyisége  $6 \times 10^9$  bit. (Mai ismereteink szerint az emberi DNS nagyobbik része valójában nem hordoz genetikai információt, és a gének a teljes DNS-állománynak csak egy töredékét teszik ki.)

Az információról azt is tudjuk, hogy nem más, mint két tulajdonsághalmaz közötti reláció – a jelek halmazának struktúrájába van írva a másik halmazra vonatkozó, annak struktúráját leképező és/vagy meghatározó információ. Ahhoz, hogy a genetikai kód értelmét megértsük, tudnunk kell, mire vonatkozik az információ, amit a DNS kódol, mi az a másik, a DNS-sel kapcsolatban álló rendszer, amelynek szerkezetét ez az információ meghatározza.

A 19. században Friedrich Engels az életet a „fehérjetestek” létezési módjaként határozta meg. Bár a maitól teljesen különböző kontextusban írt erről materialista természetfilozófiai művében, a fehérjék alapvető szerepét helyesen ítélte meg. Az élet sokfélesége, az élővilág forma- és tulajdonsággazdagságának teljes spektruma a fehérjemolekulák szerkezetére vezethető vissza. A DNS ezeknek a fehérjéknek a szerkezetét határozza meg. A következő lineáris oksági láncolat fogalmazható meg:

tulajdonság  $\longrightarrow$  fehérje  $\longrightarrow$  DNS.

Vagyis az élőlények eltérő tulajdonságai visszavezethetők fehérjemolekuláik különbözőségére, azok szerkezetét pedig DNS-molekuláik határozzák meg. Az eredeti kérdés tehát így módosul: mennyi információ szükséges a fehérjemolekulák szerkezetének leírásához, és ezt hogyan kódolja szerkezetében a DNS-molekula?

Minden fehérje kisebb molekulaféleségekből összerakott nagyméretű molekula (makromolekula). Ezekből a kisebb molekulákból – amelyeket aminosavaknak nevezünk – összesen húszféle létezik, és ez elegendő valamennyi élőlény minden fehérjemolekulaféleségének felépítéséhez. Egy aminosav meghatározásához  $\log_2 20$ , azaz 4,32 bit információra van szükség. Mivel egy nukleotidbázis információtartalma 2 bit, látható, hogy egy aminosav kiválasztásához kettőnél több, háromnál viszont kevesebb bázisra van szükség. Mivel a bázisok diszkrét, oszthatatlan entitások, az az alternatíva adódik, hogy kettő vagy három bázis kódoljon egy aminosavat. Az első esetben csak 16 jelünk lesz ( $2^4$ ) a 20 aminosav jelölésére, és lesznek olyan jelek, amelyek több aminosavat kódolnak. Ez káoszhoz vezetne, hiszen a kódnak egyértelműnek kell lennie. Így marad a másik megoldás: három bázis kódol egy aminosavat. Ebben az esetben azonban túl sok a jel, hiszen egy bázishármas (triplet) 6 bit információt tartalmaz, ez pedig  $2^6 = 64$  jelet szolgáltat. (A lehetséges variációkat úgy is kiszámíthatjuk, hogy az első esetben  $4^2$ , míg a másodikban  $4^3$  a jelek száma.) Mivel itt a szükségesnél több a jel, újabb alternatíva

<sup>48</sup> Dawkins, Richard: Folyam az édenkertből. Budapest, Kulturtrade, 1995. 24. o.

adódik: vagy kiválasztunk 20 jelet az aminosavak jelölésére, és a többi nem jelent semmit, vagy minden jelnek van jelentése a rendszerben. Ez utóbbi esetben azonban egy-egy aminosavat egynél több triplet is kódolhat. Az információelmélettel foglalkozó fejezetből tanultak alapján kitalálhatjuk, hogy az élet ezt az utóbbi megoldást választotta. Az ilyen típusú, úgynevezett degenerált kód a redundancia egy különleges formáját jelenti. A digitális jelátvitel biztonságát pedig fokozza az üzenet redundanciája. Nem meglepő tehát, hogy az evolúció így járt el. Valójában a 64 lehetséges kombinációból 61 triplet aminosavat kódol (egy aminosavat 1-6 triplet), és a fennmaradó három a folyamat szabályozásában vesz részt.

A sejtek osztódása során ez a kódrendszer másolódik ősidők óta a korábban megismert replikációs mechanizmus szerint. A kódrendszer egyetemes érvényű a földi élővilágra, ami azt jelenti, hogy valamennyi élőlény minden sejtjében ugyanazok a tripletok ugyanazokat az aminosavakat kódolják. A replikáció nagy pontossággal történik, de ha a legkisebb változás sem volna lehetséges, akkor még ma is ugyanaz a legelső, replikációra képes DNS-molekula másolódna a földön monoton makacssággal, és nyoma sem lenne az élet sokféleségének és az embernek. A darwini modell szerint a mai élővilág kialakulásához éppen az vezetett, hogy a replikáció során kisebb változások történtek a bázissorrendben, és ezek közül azok terjedtek el, amelyek az adott környezetben a legalkalmasabbnak bizonyultak a fennmaradásra és a továbbszaporodásra. A környezetnek ez a válogató hatása az, amit természetes szelekciónak nevezünk. A génszerkezet megváltozása, a mutációk a legtöbb esetben hátrányosan érintik az utódot, de lehetnek kedvező változások is. A természet itt hibából erényt kovácsol, és ez a hibákkal szembeni barátságos viselkedés (Fehlerfreundlichkeit) az egyik oka az információk folyamatos változásának. Természetesen – mivel nyitott rendszerről van szó – a gének különböző módokon összekapcsolódtak, mennyiségük növekedett, és így az információmennyiség is állandóan növekedett az evolúció során. (A soksejtű szervezetek sejtjeinek osztódása közben különböző mechanizmusok arról is gondoskodnak, hogy a gének összekeveredjenek, és az utódok kellő változatosságot hordozzanak.) A környezethez alkalmazkodó szervezetek az evolúció során génjeikben nagyon sok információt halmoztak fel. Ez egyféle tanulási folyamatként is felfogható, amelynek eredménye az, hogy az élőlények teste, szerveik a környezetre vonatkozó információk tömegét tartalmazzák.

### 3.4. Fehérjeszintézis

A DNS replikációja, lemásolódása még csak az eredeti információ sokszorozódását jelenti. Egyszerű „mintamásolásról” van szó, amely nem több mint másolat készítése felületi kölcsönhatások révén egy már eleve meglévő formáról. Az élőlényre jellemző DNS-molekulákban lévő gének összessége jelenti az adott élőlény genotípusát. Ez a leírás lehetőséget jelent meghatározott fehérjék szabályozott szintézisére. Ami ebből manifesztálódik és összehangoltan működő fehérjemolekulák rendszereként megnyilvánul, az a fenotípus.

A fehérjeszintézis részfolyamatainak vizsgálata azt jelenti, hogy megismerjük, a DNS-fehérje rendszerben az első struktúrájában kódolt információ hogyan határozza meg a második rendszer elemeinek szerkezetét, így működését is. Az alapvető kérdés úgy fogalmazható meg, hogy hogyan történik az információátvitel?



Ahhoz, hogy erre a kérdésre választ tudjunk adni, el kell képzelni magunk elé azt a parányi molekuláris kibernetikai rendszert, ami az élő sejt. A sejt környezetétől elkülönült rendszer, amelyet speciális felület, a sejthártya határol. Ezen a hártán belül kisebb-nagyobb molekulák tömkelege található, amelyek egy része különböző hálózatokba kapcsolódik vagy diszkrét, különálló struktúrákat alkot, más része állandó mozgásban van. A mobil molekulákra jellemző, hogy kölcsönhatásokba lépnek egymással, és a megállapodottabb struktúrák felszínével is. A rendszer alapvetően fluid, lágy, ezért is nevezik az élő rendszert **lágy automatának**. A sejten belül egy újabb hártával található jellegzetes sejtszervecske (organellum), a sejtmag található. Ebben helyezkednek el a DNS-molekulák. A fehérjemolekulák felépítése viszont a sejtmagon kívül, a citoplazmában valósul meg.

Az első kérdés, amit tisztáznunk kell, így hangzik: hogyan jut ki a sejtmagból a citoplazmába a fehérjék felépítésére vonatkozó információ?

A DNS-makromolekula, ezért a sejtmagból nem kerülhet ki. Ehelyett az történik, hogy a DNS megfelelő részéről – arról, amelyik egy konkrét fehérjemolekula felépítéséhez szükséges információkat tartalmazza (ezt a DNS-szakaszt nevezzük génnek) – másolat készül. Ez a másolat ugyanolyan kiegészítő bázispárosodással jön létre, mint ami a DNS-replikáció során történik, azzal a különbséggel, hogy ilyenkor az eredeti DNS-nek csak egy kis szakasza másolódik le, és csak a kettős hélix egyik száláról készül a másolat. A folyamat eredményeképpen létrejött rövid nukleinsavmolekula kémiai felépítése kicsit eltér a DNS-től, benne dezoxiribóz helyett ribóz található. Ezért ezt ribonukleinsavnak nevezik, rövidítése RNS. A fehérjeszintézisnek ebben az első szakaszában még csak az **üzenet átírása** (transzkripció) történik meg. Az átírás eredményeképpen létrejött RNS-molekula kijut a sejtmagból, és az információ megérkezik a citoplazmába. Ezért nevezik ezt a molekulaféleséget hírvivő, angolul **messenger RNS**-nek, rövidítve: mRNS. Figyelembe véve azt a tényt, hogy egy fehérjemolekula felépítéséhez minimum néhány tucat, de inkább átlagban néhány száz aminosavat kell összeilleszteni ahhoz, hogy ezek a megfelelő sorrendben egymáshoz tudjanak kapcsolódni, meg kellett oldani az mRNS rögzítést. Ezt a feladatot látja el az a sejtalkotó, amelyet riboszómának nevezünk. Az mRNS-molekulákhoz riboszómák kapcsolódnak, és ezeknek a felületén történik a gén nukleotidszekvenciájának megfelelő sorrendben az aminosavak összekapcsolása. A fehérjeszintézisnek ezt a második szakaszát transzlációnak, **átfordításnak** nevezzük. Ekkor történik meg az információ átvitele a nukleinsavrendszerből aminosav-fehérje rendszerbe. Érdemes megnézni, hogy ez hogyan történik.

A genetikai kód elemi egységei szemantikai szempontból a bázishármasok, amelyeket kódszavaknak, kodonoknak nevezünk. A glicin nevű aminosavat például – többek között – a GGC bázishármas jelenti, az UAC pedig a tirozin nevű aminosav egyik kódja. Tételezzük fel, hogy egy fehérje szerkezetének kialakítása során ezeknek egymás mellett kell elhelyezkedniük a láncban.

Hogyan képes a fehérjeszintetizáló rendszer (transzlációs apparátus) azt a feltételt biztosítani, hogy a két aminosav a térben egymás mellé kerüljön kapcsolódásra alkalmas, aktivált állapotban, azért, hogy közöttük kötés alakulhasson ki?

A kulcs lépés ismét egy bázispár-képződési folyamat. Minden kodonnak létezik egy kiegészítő bázishármasa, az antikodon. Ez az antikodon egy újabb speciális RNS-molekulaféleség, az ún. szállító, **transzfer RNS** egy részletét alkotja. A tRNS funkciója a neve alapján kitalálható: ez a molekula viszi a megfelelő aminosavat az összekapcsol-

lódás helyére, a riboszóma felszínére. Példáinkra visszatérve a glicinnek megfelelő tRNS CCG antikodonja hozzákapcsolódik hidrogénkötéseivel a mRNS GGC bázishármasához, amely a glicint kódolja. Közvetlenül mellette a tirozint vivő tRNS AUC antikodonja kötődik a tirozint kódoló UAC kodonhoz. Így kerül a két aminosav olyan helyzetbe, hogy közöttük kialakul a kötés. Az a tRNS, amelyik a glicint szállította, ezt követően leválik a mRNS-ről, eltávozik a riboszómáról. A tirozint szállító tRNS mellé pedig belép a kód szerint következő aminosavat hozó tRNS, kialakul az újabb kötés, és a folyamat így folytatódik egészen addig, amíg csak a teljes aminosavlánc el nem készül.

A tanulás során idáig eljutott hallgatóban bizonyára felmerül a kérdés: honnan tudja a glicin vagy a tirozin, illetve bármelyik aminosav, hogy neki melyik tRNS-hez kell kötni, vagy a másik oldalról megközelítve: hogyan találja meg az aminosavat a szállítására specializálódott tRNS-molekula? Ez az információátvitelnek egy nagyon fontos lépése, hiszen az antikodon és a neki megfelelő aminosav összekapcsolódásáról, a tulajdonképpeni átfordításról van itt szó.

Ebben a folyamatban egy fehérjemolekulának, az ún. hozzárendelési enzimnek van kulcsszerepe. Minden ilyen enzim egy tRNS-t rendel egy bizonyos aminosavhoz, és még az aminosav aktiválását is elvégzi.

Könnyen belátható, hogy egy ilyen enzimnek jelentős megkülönböztetési képességgel kell rendelkeznie. Egyaránt képesnek kell lennie a tRNS és a neki megfelelő aminosav-molekula felismerésére. Hogyan tesznek szert a fehérjemolekulák erre a tudásra?

Az információátvitel – ahogyan ebben a fejezetben eddig megismertük – úgy történik, hogy egy lineáris sorrendiség, a nukleotidszekvencia meghatároz egy másik lineáris sorrendiséget: az aminosav-szekvenciát. A riboszómák felületén a fehérjesszintézis során átlagban néhány száz aminosavból kapcsolódott láncok jönnek létre. A fehérjemolekulák azonban nem lineáris képződmények, hanem meghatározott térszerkezetű, szigorúan meghatározott struktúrájú szerkezetek.

### *3.5. Mikroszkopikus kibernetika*

A sejtek a fentebb említett módon létrejött fehérjemolekulák tízezreit tartalmazzák. Ezek a molekulák többnyire enzimek, azaz egy-egy fizikai-kémiai átalakítás rendkívül hatékony elvégzésére specializálódott automata működésű „célgépek”. Azokat a kémiai folyamatokat, amelyeknek a végrehajtásához ipari körülmények között több száz Celsius fok és magas nyomás szükséges, ezek a molekulák testhőmérsékleten és légköri nyomáson képesek elvégezni. Ilyen például a légköri nitrogén megkötése. Az enzimek különlegesen hatékony biológiai katalizátoroknak is tekinthetők. Olyan kémiai átalakításokat végeznek el rendkívül gyorsan, amelyek nélkülük egyáltalán nem, vagy csak nagyon lassan mennének végbe. Más fehérje-molekulák finom csöveket, lemezeket, hálózatosokat képeznek a sejtekben. Bizonyos hatásokra csatornák nyílnak meg rajtuk, majd más hatásokra ezek bezáródnak. Megfelelően szervezett fehérje-fémion rendszerek képesek a fotonok energiája segítségével nagyenergiájú kémiai kötések létrehozni, amelyek aztán univerzális energiaforrásként szolgálnak a sejtekben. Mások a szerves vegyületek kötéseiben rejlő energiát hasznosítják ilyen módon. Speciális fehérjék az oxigén reverzibilis megkötésére és szállítására is alkalmasak. A sokféle precíz kémiai művelet elvégzését a fehérjelánc feltekeredése következtében kialakult „ható helyek”, az aktív centrumok teszik lehetővé. Ezek alkalmasak arra, hogy felületi elektromos kölcsönhatások, átmene-

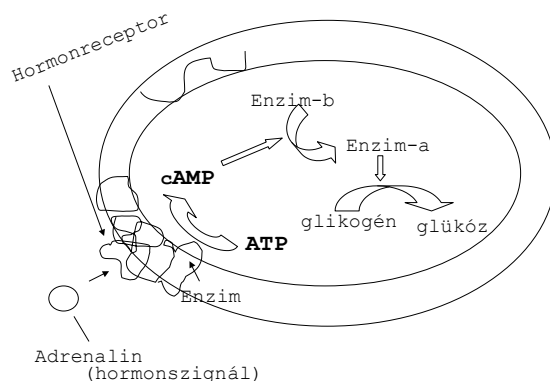
tileg kialakuló másodlagos kémiai kötések segítségével olyan helyzetben rögzítsék a molekulákat, hogy azok átalakuljanak, vagy más mellettük kötődő molekulákkal kölcsönhatásba lépjenek. A sejt a legtökéletesebb kibernetikai rendszer, amely a földön létezik, és ezt a tökéletességet az egymáshoz csatolt szabályozóköreikben szüntelenül folyó információcsere és kommunikáció biztosítja. A fehérjemolekulák működésének összehangolása nagyrészt alloszterikus szabályozással történik. Az allosztéria szó szerint más helyet jelent. Arról van szó, hogy az aktív centrum mellett még más, információfelvételre alkalmas helyek is vannak a molekulán, és ez még finomabbá teszi a szabályozást, mivel ezeken a más helyeken megkötődő molekulák, ionok az aktív centrum működését serkenteni vagy gátolni képesek. Így például a végtermékgátlás lehetővé teszi azt, hogy ha egy több lépésből álló folyamatsor eredményeképpen létrejövő anyag nagy mennyiségben van jelen, akkor ez a folyamatsor kezdő átalakulását katalizáló enzim működését gátolja. Ez a negatív visszacsatolás klasszikus esete. Természetesen más típusú, molekuláris kölcsönhatásokon alapuló szabályozó körök is jelen vannak a sejtekben. Az allosztéria lehetővé teszi azt, hogy csaknem minden sejtbeli entitás jelként operáljon – szinte a szimbólumok szintjén.

### *3.6. Sejtek közötti információcsere*

Az evolúció jelentős lépése volt az, hogy megjelentek a több sejtből álló szervezetek. Ez az információcsere és a szabályozás szempontjából több, új problémát vet fel, hiszen egy soksejtű szervezet akkor tesz eleget az alkalmasság követelményének, ha képes összehangolni sejtjei működését. A soksejtű szervezet sejtjei közötti kapcsolattartás ősi formája a kémiai szignálokkal történő információtovábbítás. Mivel a sejteket sejthártya burkolja, nyilvánvaló, hogy a kémiai szignálok ezzel kerülnek először kapcsolatba. A sejthártyába beépült speciális jelfogó fehérjemolekulák a felületükhöz kapcsolódó molekulákkal kétféleképpen viselkedhetnek.

Az egyik esetben speciális jelfogó részük érzékeli a szignálmolekulát, amely kívül marad a sejten. Az információátvitel a sejt belsejébe úgy történik, hogy a sejthártyába épült speciális fehérjemolekulák szerkezetváltozása közvetíti a hatást.

Jó példa erre az adrenalin hatásmechanizmusa. Ha egy adrenalinmolekula a sejthártyához érkezik, megkötődik a neki megfelelő hormonreceptoron, és elindul egy „dominóhatás”, amelynek eredményeképpen a sejthártya belső felületén egy speciális vegyület, a cAMP termelődik. Ez a glikogén bontását végző enzim működésének serkentéséhez vezet, a glikogénből szőlőcukor válik szabaddá, és növekszik a vércukor koncentrációja a sejtben.



11. ábra: Az adrenalin hatása

A másik esetben a fehérjemolekula szerkezetváltozása következtében megnyílik egy csatorna, és a szignálmolekula bejut a sejtbe. Így képes a szteroidhormonok egy csoportja a sejtmagban lévő DNS működését befolyásolni.

A fejlettebb szervezetben speciális sejtcsoportok, az ún. belső elválasztású mirigyek termelik azokat a kémiai szignálmolekulákat, amelyeket hormonoknak nevezünk. A szabályozásnak ez az ősi módja hatékony, de lassú. Gondoljuk el: testnedvekben diffundálva kell a molekuláknak elvinni az információt a célsejtekhez. Még ha áramló testfolyadékokkal, erekben haladnak is a szignálmolekulák, a cél közelében ki kell lépniük a gyorsabb haladást lehetővé tevő csatornából, és marad a lassú diffúzió. A folyadékterekben terjedő molekulákkal történő szabályozást humorális szabályozásnak is szokták nevezni.

### 3.7. A génműködés szabályozása

A szabályozó információs körök nem csak a fehérjemolekulák működését hangolják össze. Könnyű belátni, hogy egy soksejtű szervezet kialakulásához szükséges génhatások is összehangolást igényelnek. A szervezet egyedfejlődése során az történik, hogy különböző gének kapcsolódnak be és ki. A génműködésnek ez az időbeli ütemezése teszi lehetővé, hogy a bonyolult sejtegyüttes differenciálódása, a szervek kialakulása rendben történjen, a gének által meghatározott struktúrák és funkciók alakuljanak ki.

Már August Weismann foglalkozott azzal a kérdéssel, mi lehet az oka annak, hogy a soksejtű szervezet sejtjei – bár valamennyien egy sejtből, a zigótából képződnek – annyira eltérnek egymástól. Felismerte, hogy erre két megoldás lehetséges. Az egyik lehetőség az, hogy az örökítőanyagnak csak az a része adódik át az egyes sejt típusokba, amelyre az adott sejt tulajdonságok kialakulásához szükség van. A másik megoldás szerint viszont minden egyes sejt tartalmazza a teljes örökítőanyagot, de a különböző sejtekben más-más gének válnak aktívvá. Ma már tudjuk, hogy az evolúció a második megoldást választotta: minden egyes sejt megkapja a teljes génkészletet, és a különbözőség a sejtek eltérő környezetének hatására alakul ki.

Arra vonatkozóan, hogy miképpen történik a génaktivitás szabályozása, három francia biológus fogalmazott meg máig érvényes elméletet a 20. század 50-es éveiben.<sup>49</sup> A jelenség, amelynek megfigyelésétől a magyarázó modellig eljutottak, a közönséges bélbaktériumnak (*Escherichia coli*) az a képessége volt, hogy környezetének bizonyos változására speciális fehérje szintézisével reagált. Ha a baktériumtenyészet táptalajába tejcukrot (laktóz) tettek, akkor a baktériumokban a tejcukor felvételét és felhasználását lehetővé tevő enzimfehérje, a  $\beta$ -galaktozidáz mennyiségének jelentős megnövekedése volt megfigyelhető. Enzimindukciónak nevezték ezt a jelenséget, mivel az újonnan megjelenő tápanyag mintegy „indukálja” a lebontásához szükséges enzimek szintézisét.

A baktériumsejtek mintegy 3000 fehérjefélét tartalmaznak. Könnyű belátni, hogy a tejcukor lebontásához szükséges  $\beta$ -galaktozidáz enzimfehérje folyamatos jelenléte felesleges a baktérium számára, ha nincs jelen tejcukor. Azok a baktériumsejtek, amelyek rendelkeztek azzal a képességgel, hogy csak szükség esetén szintetizálják az enzimet, szaporodási előnyre tettek szert. Az *E. coli* baktérium a szerencsés nyertesek közé tartozik. Ha a táptalajából hiányzik a laktóz, akkor alig található néhány  $\beta$ -galaktozidáz molekula a baktériumsejtben. Ellenkező esetben viszont az enzim mennyisége gyorsan akár három nagyságrenddel is megnő. A két francia biokémikus operonelmélete erre a jelenségre ad magyarázatot.

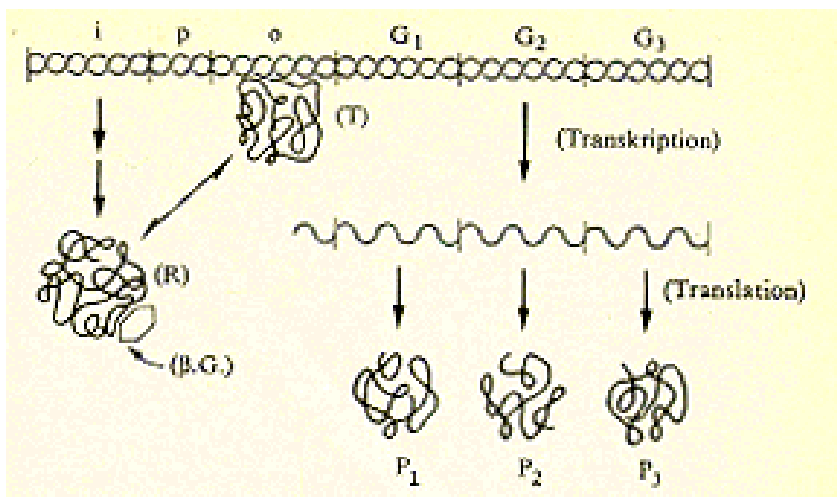
Az operon több génből álló rendszer, amely szabályozási egységet képez. A lac-operonban például vannak olyan gének, amelyek a már említett enzim felépítéséhez szükséges információkat tárolják. Ezeket strukturális géneknek nevezzük. A rendszerhez tartozó egyik gén egy speciális fehérje, az ún. represszor szintéziséért felelős. Ez a molekula folyamatosan termelődik, és hatását úgy fejt ki, hogy a strukturális gének előtti DNS-szakaszhoz kötődik, így megakadályozza az enzimfehérje szintézisének megindulását. Ha a laktóz megjelenik a baktériumsejtben, akkor alloszterikus kapcsolatba lép a represszorral, melynek hatására annak térszerkezete módosul, és így nem képes tovább gátolni a strukturális gének transzkripcióját. A hatásláncolat azt eredményezi, hogy megindul a laktóz lebontásához szükséges enzim szintézise. Később kiderült, hogy az ilyen és hasonló szabályozási körök minden sejtre jellemzők.

A folyamat azért is érdekes, mert jó példa arra, hogy megfelelő kémiai szignálok bonyolult szabályozási, kommunikációs kapcsolatok alakíthatók ki. Az allosztéria lehetővé teszi, hogy sokféle kémiai szubsztancia vegyen részt a génműködések szabályozásában. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a kémiai szignál megválasztása nagymértékben tetszőleges, akárcsak a nyelvi szimbólumok esetében. Ez nagyfokú rugalmasságot és igen finom szabályozási lehetőséget biztosít a biológiai rendszerek számára. Arra a tényre, hogy itt kettős tagadásról van szó, Jacques Monod figyelmét Szilárd Leó hívta fel egyik párizsi tartózkodása idején. Szilárd hozzájárulását az operonelmélet megszületéséhez Monod olyan fontosnak tartotta, hogy a Nobel-díj átvételekor (1965) elmondott előadásában sem hagyta említés nélkül: „Ma már tisztán látom, hogy milyen vak voltam, amikor ezt a lehetőséget<sup>50</sup> a biológiában nem vettem komolyan. Szilárd Leó – Párizson átutaztában – egy szemináriumi előadáshoz hozzászólva proponálta azt.”<sup>51</sup>

<sup>49</sup> Jacques Monod, Françoise Jacob és André Lwoff 1965-ben vehették át a Nobel díjat „egy eddig ismeretlen gén felfedezéséért, amelynek működése más gének aktivitását szabályozza.”

<sup>50</sup> A „dupla blöff”, azaz a kettős tagadás lehetőségéről beszélt. (A szerző.)

<sup>51</sup> Idézi: Marx György: A marslakók érkezése. Budapest, Akadémiai Kiadó, 2000. 229. o.

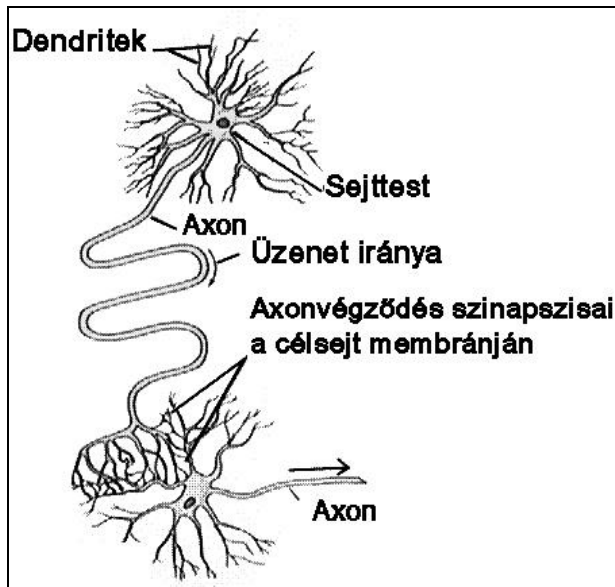


12. ábra: Az operonmodell

### 3.8. Az idegrendszer

A soksejtű élőlények sejtjeit, szöveteit, szerveit, szervrendszereit nem könnyű feladat összehangolt, célirányosan működő rendszerré szervezni. Ez a szervezés olyan meghatározó az élet szempontjából, hogy az élő „szervezetnek”, azaz szervezett rendszernek tekintjük és nevezzük. Ennek a feladatnak a megoldására a kémiai kommunikáció és a molekuláris szignálok legkifinomultabb rendszere sem elegendő önmagában. Olyan járulékos rendszer kialakulására volt szükség, amelyik a molekuláris szignáloknál gyorsabban haladó jelekkel tud kapcsolatot tartani a különböző rendszerelemekkel.

Az idegsejtek azok a speciális sejtek, amelyek gyorsan és célirányosan terjedő elektromos impulzusokat képesek létrehozni. Az idegsejtek a következő alapfunkciók kivitelezésére specializálódtak: különböző fizikai hatások egységes szervezésű elektromos impulzusokká alakítása, kapcsolatok létrehozása (networking), elektrokémiai impulzusok integratív feldolgozása, elektrokémiai impulzusok távvezetése, elektromos és kémiai hatások intenzitásarányos egymásba alakítása. A fenti funkciók ellátására minden neuron rendelkezik egy hosszú nyúlvánnyal, ez az axon, és számos rövid nyúlvánnyal, ezek a dendritek. Utóbbiak a más neuronoktól érkező impulzusok felvételére, míg az előbbi a befutó impulzusok eredőjeként kialakuló saját impulzus továbbvezetésére szolgál.



13. ábra: Neuron

A neuronoknak három típusa alakult ki: érző (afferens neuron), mozgató (motoros neuron) és összekötő (asszociációs neuron). A motoros neuronok izomszálacskák összehúzóását váltják ki. Az afferens neuronok információkat továbbítanak az idegrendszer központjaiba a legkülönbözőbb belső és külső hatásokról. Az asszociációs neuronok ezekben a központokban helyezkednek el, és az a funkciójuk, hogy a befutó impulzusokat fogadják, feldolgozzák, és a korábbi információk alapján kialakított belső reprezentációs modellekkel őket összevetve válaszokat „fogalmazzanak” meg. Az idegsejtek hálózatában tehát állandó és folyamatos információfeldolgozás történik. Ez a neuronális kommunikáció speciális kódolási és dekódolási folyamatokat foglal magába. Az elektronikus számológép és az agyműködés összehasonlításának gondolata ebből adódik. Az a kérdés, hogy milyen mértékű analógia van a két rendszer – az ismert világegyetem két legkomplexebb információfeldolgozó berendezése – között, már Neumann Jánost is foglalkoztatta. A számológép és az agy című, 1959-ben kiadott posztumusz munkájában az információfeldolgozás analóg és digitális módját vizsgálja, és ebben a vonatkozási rendszerben hasonlítja össze a számítógépek és az agy működésmódját is.<sup>52</sup> Abból indul ki, hogy bár az idegrendszer működése digitális jellegű, azonban „Az idegrendszeren áthaladó folyamatok... jellegüket ismételten digitálisról analógra és analógról digitálisra változtathatják.” Ezen túlmenően felhívta a figyelmet arra is, hogy „a kvantitatív ingerlési intenzitásokat periodikus vagy majdnem periodikus impulzussorozatok adják vissza, amelyeknek frekvenciája mindig az ingerlés intenzitásának monoton függvénye. Ez tehát bizonyos fajtájú frekvenciamodulált jelzési rendszer, amelyben az intenzitások frekvenciák alakjában fejeződnek ki.”<sup>53</sup>

<sup>52</sup> Neumann János: A számológép és az agy. Budapest, Gondolat, 1972.

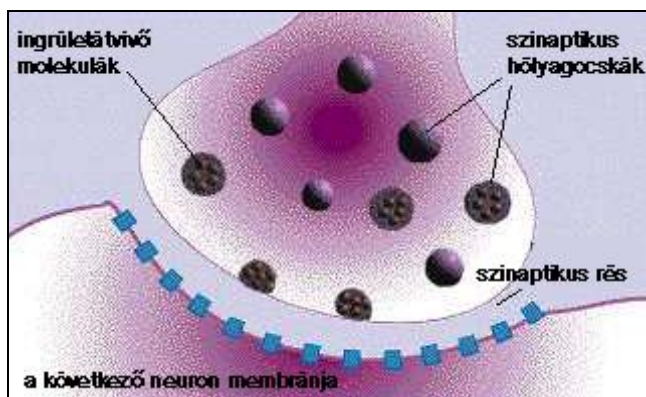
<sup>53</sup> I. m.: 106. o.

Neumann János megfogalmazta azt az igen lényeges különbséget is a számológép és az agy között, miszerint az agyban az információk feldolgozása nem digitális, hanem statisztikai úton történik. Végso soron ez teszi képessé az idegrendszert arra, hogy noha aritmetikai pontossága a számítógépekhez képest csekély, logikai megbízhatósága felülmúlhatatlan.

Vizsgáljuk meg kicsit közelebbről az idegrendszer működésének digitális, illetve analóg jellegét!

Nézzük meg először a „távvezeték-funkciót”. Az axon membránborítású vékony cső, amelyen elektrokémiai változások terjednek tova, hullámszerűen. Az elektrokémiai impulzus kétértékű: vagy megjelenik, ott van, vagy nem. Ha a neuron ingerületi állapotának kialakulását nézzük, akkor is azt tapasztaljuk, hogy ha az ingerhatás erőssége elér egy bizonyos szintet (ingerküszöb), akkor van kisülés, ha nem, akkor nincs. Ebben a vonatkozásban az idegrendszer valóban digitálisan működik, és az is könnyen belátható, hogy ez az egyértelmű jelképzést és a biztonságos jeltovábbítást szolgálja. Az üzenetek erőssége azonban analóg módon – ahogyan Neumann János is utalt rá – az elektrokémiai impulzusok szaporaságában kódolódik. Ez az átvitel az ún. impulzusfrekvencia-moduláció. (A típusos neuron kisülése 90 mV amplitúdójú csúcspotenciál-hullámot eredményez, amely maximum 110 m/sec sebességgel haladhat tova, és frekvenciája 30–500 Hz között változtatható.) A hatás, amely így közvetítődik, analóg az átvitt jel erősségével, bár az átvivő impulzusok digitális jellegűek.

Az analóg-digitális kettősség nyilvánul meg az idegsejtek egymással történő kommunikációjában is. A neuron a sejttest és a sok rövid nyúlvány segítségével veszi fel, „gyűjti be” a többi neuron axonján érkező információkat. Az információátvitel (ingerületátvitel) egy **speciális jelátalakító, a szinapszis** segítségével történik. Ebben az axonvégződés és az idegsejt/dendrit felülete (posztszinaptikus membrán) között rés található. Az axonvégződésre beérkező impulzus nem halad át a résen, hanem **speciális ingerület-átvivő anyagok** ürítését indítja meg. Ezek a molekulák (transzmittereknek vagy mediátoroknak nevezzük őket) a célsejt membránjának elektrokémiai potenciálját változtatják meg, mégpedig az axonon érkező impulzus frekvenciájával arányos mértékben.



14. ábra: Szinapszis



Minél nagyobb a kisülések frekvenciája, annál több transzmitter ürül ki a szinaptikus részbe. Az egyes szinapszisok hatása összegződik, és ha ez az összhatás eléri az ingerküszöböt, akkor ezen a sejten is tovahaladó csúcspotenciál alakul ki.

Első meggondolásra különös, hogy miért ezen a módon működik az agy. Hiszen egy ilyen rendszer üzemeltetése rendkívül energiaigényes, és amellet a kémiai szinaptikus átvitel az elektromos átvitelnél sokkal lassabb (a szaknyelv szinaptikus késésről beszél). Nagyon jelentős előnnyel kell járnia az információk ilyen feldolgozásának, ha az evolúció ezt a megoldást részesítette előnyben. Valóban, a rendszer ezen a módon képes arra a rendkívüli komplexitásra, ami az emberi agy példátlan valóságmodellező működését teszi lehetővé. Gondoljuk el, hogy egy célneuronon akár  $10^5$  szinapszis is lehet, ami azt jelenti, hogy aktivitásmintázata minimum  $2^{100000}$  állapotot vehet fel! Az emberi agy kb.  $10^{11}$  neuronból áll! A különböző transzmitterek és a neurohormonok még azt is befolyásolják, hogy a célneuron hogyan reagáljon azonos szinaptikus jelzésekre (neuronmoduláció). Az agy tehát a számítógéppel szemben alapvetően kémiai rendszer, és a neuronok közötti kémiai kommunikáció olyan finom fokozatú és flexibilis információfeldolgozást eredményez, ami a számítógépek világában jelenleg elképzelhetetlen.

### *3.9. Az agy megismerő működése*

Az ember agya kettős funkciót lát el. Egyrészt monitorozza és optimalizálja a szervezet belső állapotát. Erre a célra egy elkülönült anatómiai elemekkel is rendelkező funkcionális egység, a vegetatív idegrendszer szolgál. Másrészt az agy a külvilág felé fordulva elkészíti annak modelljeit, állandóan monitorozza a külvilágot, információkat gyűjt, hogy ellenőrizze a modellek használhatóságát, és folyamatos döntésekkel optimalizálja helyzetünket, tevékenységünket ebben a külső világban. Az agy alapvető feladata, hogy biztosítsa a túlélést, minden más ennek van alárendelve. (Az ember esetében a szimbólumhasználat ennek a kötöttségnek a túllépését is lehetővé teszi.)

A szervezet nagy gondot fordít ennek a fennmaradásunk szempontjából legfontosabb szervnek a működtetésére. Bár tömege a testtömeg mindössze 2,5%-át teszi ki, mégis energiafelhasználása nyugalmi működés esetén is a szervezet összenergia-fogyasztásának 10%-a. Amikor az agy egy-egy része intenzíven működik, akkor sokkal több üzemanyagot használ fel, mint alapjáraton. Ezt a jelenséget hasznosítják a PET (pozitron-emissziós tomográfia), illetve az MR (mágneses rezonanciás képalkotás) módszerrel történő agyműködést monitorozó vizsgálatok során. Ezeknek a technikáknak a felhasználásával képernyőn lehet követni, hogy egy-egy speciális feladat végrehajtásakor az agynak milyen régiói aktívak. Ezekből a vizsgálatokból tudjuk, hogy különböző feladatok elvégzése során az agy több területén egyidejűleg alakulnak ki aktív zónák. A megfigyelő számára az agy működése térben és időben változó aktivitási mintázatokban mutatkozik meg.

A kutatás egyik iránya azoknak a mintázatoknak az azonosítása és leírása, amelyek a mentális megismerő tevékenységért felelősek. Felvetődik egy fontos kérdés: Hogyan lehetséges az, hogy ezek az elkülönült agyi aktivitások egységes tudatállapotokhoz vezetnek?

Kiderült, hogy az agy saját rendszerállapotokat generál, és mintegy ezekkel fogja össze a különböző helyeken egy időben fellépő aktivitásokat. Minden, ami az agyban egy ilyen állapotban történik, egyidejűnek és összetartozónak értelmeződik. Ezek az

oszcillációs periódusok 30–40 ms ideig tartanak, de ezeken az időintervallumokon belül nincs további időfelbontás. Azt is lehet mondani, ezek a biológiai időérzékelés elemi egységei, időtlen (atemporális) időszakaszok. Ezek az „időlyukak” teszik lehetővé az agy információfeldolgozó működését. Az agy ezek segítségével képes arra, hogy az érzékszervek által összeszedett információk kaotikus halmazában rendezett struktúrákat hozzon létre.<sup>54</sup>

Fontos kérdés az is, hogy az így egybekapcsolt információk egymásra vonatkoztatása hogyan történik meg?

Az agykérgi integráció következő foka azoknak a vertikális időablakoknak a sora, amelyek az emberi agy munkaplatformját képezik. Egy-egy ilyen intervallum 2-3 másodpercig tart, és közöttük kb. 0,5 másodperces szünetek vannak. Ami egy-egy ilyen 2-3 másodpercre felnyíló „jelenvalóság-tárolókban” történik, az az együvé tartozás szubjektív érzetét kelti.

Az információkat az agy beleilleszti a jelenvalóságnak és összetartozásnak ezekbe az ablakaiba. A kontinuitás kialakítása úgy történik, hogy minden ilyen ablakban foglalt információ tartalma automatikusan kapcsolódik az előzőhöz. Ez a szemantikai egymásra vonatkoztatottság adja az összefüggőség és folytonosság szubjektív érzését. A formális agyi struktúrákat természetesen nem érezzük, csak a tartalmakat, amelyek egymásra vonatkoztatottsága okozza, hogy értelmes összefüggő egészként értelmezzük az információfolyamatot.

Arra vonatkozóan, hogy hogyan alakul ki az agykérgi reprezentáció, és milyen módon érzékeljük a valóságot, a hagyományos kartéziánus elképzelés a valóság tükrözésének a modelljét alakította ki. Eszerint érzékszerveinken keresztül információk jutnak be az agyunkba, és ezek alakítják ki a valóság tükörképét. A valóság konstrukciójának ez a „bottom-up” modellje ma már túlhaladott.

A megismerés „top-down” modellje szerint az agy a valóság agykérgi reprezentációjának kialakításakor sokkal aktívabb szerepet játszik. Az agy állandóan hipotéziseket, előítéleteket formál a valóságról, és ezt a konstruált mentális vonatkoztatási rendszert teszteli a kívülről felvett információk segítségével. A kívülről felvett ingerek nem határozzák meg egyértelműen, mit érzékelünk a világból. A valóság érzékelésének és a gondolkodásnak a gazdaságossága abban nyilvánul meg, hogy az információk felvétele közben megerősítjük azt, hogy az a „virtuális valóság”, amit a tudatunkban reprezentálunk, modelleztünk, egybevág-e a külvilággal.

### *3.10. Az egyedi agyak megszerveződése*

Az ember agykérge jelentősen különbözik legközelebbi rokonaink, a csimpánzok agykérgétől. Míg a csimpánz agykérge egy A 4-es lapnyi felületű, az emberé ennek négyszerese. Az agykéreg egyes területeinek aránya is eltérő a két faj között. Az embernél a homloklebeny dominanciája figyelhető meg, míg a csimpánznál és általában az emberszabású majmoknál a nyakszirti lebeny. Ez nem véletlen, hiszen az asszociációs mezők nagy része a homloklebenyben található. Ez az ún. prefrontális kéreg a macskák agyában az összfelületnek mindössze 3%-át, csimpánznál 17%-át, míg az embernél 29%-át teszi ki. A kognitív folyamatok elsősorban ehhez az agyrészhez kapcsolódnak.

---

<sup>54</sup> Pöppel, Ernst: Zeit – im Takt der Kulturen. Zeitschrift für Kulturaustausch. 3/98.

Minél nagyobb ez a rész egy élőlénynél, az annál nagyobb szabadsággal rendelkezik a környezetével való kapcsolatok kialakítását illetően.

Tudjuk azonban azt is, hogy az egyes emberi agyak között is jelentős különbségek vannak. Fontos kérdés annak tisztázása, vajon mikor és hogyan alakulnak ki ezek a különbségek, azaz hogyan szerveződik meg a világegyetem legbonyolultabb és legérdekeesebb entitása: a személyes emberi agy?

Az ember agya születéskor ugyanolyan méretű, mint egy csimpánzé: kb.  $350\text{ cm}^3$ . Mire négyéves lesz, eléri az  $1400\text{ cm}^3$  nagyságot. Ennek a születést követő, az egész élővilágban példátlan agynövekedésnek két oka van. Egyrészt a kicsi induló agy-fej méret, ami kompromisszum eredménye: ez az a méret, amellyel az emberszülő még biztonsággal, agyi sérülés kockázata nélkül világra tudja hozni az újszülöttet.

A másik ok a speciális emberi agyfejlődésben keresendő: Az emberi agy genetikai előreprogramozottsága kis mértékű. Az agyméretnek a születést követő gyors megnagyobbodása elsősorban az agysejtek nyúlványainak, az axonoknak és a dendriteknek a növekedésére, differenciálódására és hálózatos összekapcsolódására vezethető vissza. Az egyedi emberi agyak közötti különbségek oka ennek a belső hálózatosodásnak (networking) a különböző feltételrendszereire vezethető vissza.

Annak érzékeltetésére, hogyan történik ennek a neuronális kapcsolatrendszernek a kialakulása, Susan Greenfield professzort idézzük: *„A neuronkörök a működő, aktív sejteknek megfelelően épülnek ki, ami viszont az egyén számára szükséges környezeti igényeket tükrözi. ... Ahogy a fejlődésünk folytatódik a születésünk után, a tolakodó, nyugtalan agyi neuronok igencsak aktívak, amikor olyan új neuronköröket hoznak létre, amelyek tükrözni képesek az egyén körüli világban zajló történéseket. Az agyon belül egészen 16 éves korunkig ádáz küzdelem folyik a neuronjaink között, mégpedig az idegi összeköttetések létrehozásáért. Ha egy neuron nem hoz létre kapcsolatot egy célsejttel vagy elégtelenül ingerelt, akkor előbb-utóbb elpusztul.”*<sup>55</sup>

Ennek a modellnek az érvényességét számos tapasztalat és kísérlet bizonyítja. Az agy és a környezet finom összjátéka a látás kialakulásában kísérletileg jól tanulmányozható.

Közismertek azok a kísérletek, amelyek során kismacskáknak különböző időszakokban bekötötték a szemét, és azt vizsgálták, hogyan fejlődik látásérzékelésük. Az eredmény az volt, hogy ha bizonyos kritikus időszakokban nem távolítják el a kötést, akkor nem alakul ki normális látásérzékelés.

A kísérletek olyan veleszületett látástanuló rendszer létezését bizonyítják, amely a kialakításához megfelelő időben megnyilvánuló külső optikai ingereket igényel. Mivel a fejlett látóképesség rendkívül komplex folyamat, könnyebb és célszerűbb egy sok ponton nyitott látástanuló rendszert genetikailag kódolni, mint teljességgel „előrehuzalozni”, illetve előreprogramozni egy komplett rendszert.

Az idegkapcsolatok kialakulásának az ember egyedi fejlődése során vannak érzékeny időintervallumai. Ilyenkor mintegy „kinyílnak ablakok” a megerősítő külső ingerek számára, amelyek aztán később becsukódnak. Az ideghálózat készen van, és később már csak jóval kisebb mértékben alakítható. (Többek között azért is, mert már van ott egy „modell”.) Ez érvényes érzelmi világunk és egész világszemléletünk kialakulására is. Az, hogy mi jelent értéket számunkra, milyen a mentalitásunk, milyen kultúrában érezzük otthon magunkat, hogy másokhoz bizalommal vagy bizalmatlansággal közelítünk – mind korai gyermekkori tapasztalatok, és élmények hatására rögzül neuronhálózataink-

<sup>55</sup> Greenfield, Susan: Utazás az agy körül. Budapest, Kulturtrade, 1998. 111. o.

ban. Az a kultúra, amelybe születünk, és amelyben felnövünk, hatással van agyunk szerkezetének kialakulására. A gyermekkori mikrovilágokban, a tanulási környezetben manifesztálódó kulturális hatásokból olyan idegrendszeri finomszerkezet (mikrostruktúra) alakul ki, amely felnőttkorban már csak korlátozottan befolyásolható.



## 4. Információ, jel, jelentés

### 4.1. A jelhasználat biológiai alapjai

Az élőlények számára elsődleges parancs belső állapotuk állandóságának fenntartása, és szervezetük épségének, integritásának biztosítása. Az első élő rendszerek számára a külvilág változatos hatáseggyütteséből, információk kaotikus kavalkádjából azok váltak jelentőssé, amelyek ennek az integritásnak és belső állandóságnak a szempontjából fontosnak bizonyultak. Ezeket a hatásokat meg kellett tudni különböztetni a többi, jobbára közömbös, jelentéktelen hatástól. A fény például az evolúció folyamán először energiaforrásként jöhetett számításba, biztosítva a fotoszintézisre képes első baktériumsejtek fennmaradását. Az élőlény és környezete kapcsolatrendszerében tehát egy leszűkült külvilág mutatkozik meg, amelynek összetevői biológiai hasznosságuk vagy veszedelmességük alapján lettek kiválogatva.

Az első élő rendszerek erősen korlátozták „külvilágukat”. Csak a létfontosságú hatások azonosítására és feldolgozására alakultak ki speciális érzékelésre alkalmas sejtek, sejtszövetek és érzékszervek. Az evolúció takarékoskodása arra az egyszerű tényre vezethető vissza, hogy ha az élőlény a feltétlenül szükségesnél egy kicsivel is több energiát fordít a külvilág „letapogatására”, máris szaporodási eredményessége csökkenésével kell számolnia. Amikor viszont az élőlényt elérő külvilági hatás az élőlény fennmaradása szempontjából jelentős, az azonnali válaszreakciót vált ki. Ebből adódóan a biológiai szempontból releváns inger önmagán kívül semmit sem jelölhet, tehát a jelfunkció alapvető eleme hiányzik belőle, ezért nem válhatott jellé. Ahhoz, hogy a környezeti hatások jelfunkciót vegyenek fel, azaz magukon kívül valami mást is reprezentáljanak, veszíteniük kellett biológiai jelentőségükből. Az élőlény számára környezetéről „objektív” információkat szolgáltató jelekké olyan külső impulzusok válhattak, amelyek hatása a még érzékelhetetlen és a már éppen érzékelhető, de biológiai szempontból kevésbé jelentős közötti sávban volt. Az élőlények és a fény kölcsönhatása, a látószervek kialakulása és a látás evolúciója jó példát jelent erre vonatkozóan:

A fény a növények számára létfontosságú környezeti tényező, hiszen ez a kizárólagos energiaforrásuk. Ezért a fényvel való kölcsönhatás biológiai relevanciája számukra elsőrendű. A növények a fényre mint ingerre is reagálnak, azonban a fényinformáció ilyenkor nem valódi jel, mivel a fény önmaga intenzitását és irányát jelzi csupán.<sup>56</sup> Mind az állatoknál, mind a növényeknél gyakori a fény hatására beinduló anyagcsere-változás, de ebben az esetben sincs a fénynek szemiotikai értelemben vett jelfunkciója.

Az állatok számára azonban a fény nem prioritás – a primer energiaakkumuláció gondját a növények „levették a vállukról” – ezért jelölheti a külvilág objektumait, reprezentálhatja azokat, tehát jelként szolgálhat. Így az állatok esetében az energiahordozóból jelhordozó lett.

Az emberi szubjektum is elsősorban a fény segítségével képezi le, objektiválja külső világát. A látás kitüntetett szerepe a valóság feltérképezésében abban is megnyilvánul,

<sup>56</sup> Gondoljunk csak a fény felé úszó *Euglena ostorosmoszatra* (a jelenség neve fototaxis), vagy a nagyon sok magasabb rendű növénynél megfigyelhető fototropizmusra.

hogy agyunk több mint 50%-a vizuális információk feldolgozásával foglalkozik. A valóság megismerésével kapcsolatos fogalmaink jelentős része a látásra, nézésre, képalkotásra vonatkozik, és ez valamennyi nyelv esetében így van. Világképet, világszemléletet, világnézetet alakítunk ki magunknak a valóságról, belátásra és előrelátásra teszünk szert, rendszerszemlélettel vizsgáljuk az összefüggéseket stb. Annak célszerűsége, hogy a fény töltsse be a legfőbb jelhordozó szerepét, kézenfekvő. Állandóan áramlik a földre egy kimeríthetetlennek tűnő központi forrásból, biológiai relevanciája csekély, egyenletesen tölti be a teret, és ideális távérzékelést tesz lehetővé. Az első fényérzékelő sejtcsoportok – akárcsak a növényeknél – a fény jelenlétének, irányának és intenzitásának a regisztrálását végezték el. A komplexebb, finomabb fényérzékelést lehetővé tevő biológiai konstrukciók két irányba fejlődtek: a rovaroknál végső tökéletességre fejlődött az összetett szem, a lábasfejükénél valamint a gerinceseknél pedig a hólyagszem jellemző. Az első típus a külvilág mozgásjelenségeinek finom analizísére és a tér minél teljesebb érzékelésére specializálódott. A második inkább biológiai camera obscuraként funkcionál: képet alkot a külvilágról. Ennek megjelenésével egyszerre csak ott volt az élőlény belsejében a világnak a képe. Az addigi egydimenziós (időbeli) impulzussorozat helyett ezeket az impulzusáramokat nyalábba fogva, „kötegelve” két-, majd háromdimenziós összetett információhalmazként tárult fel a világ az élőlény számára. Hogy a hólyagszem tulajdonosa ezt a rengeteg információt hasznosíthassa, „csupán” megfelelő értelmező rendszer kifejlesztésére volt szükség. Olyanra, amelyik tud valamit kezdeni ezzel a rengeteg információval. Amikor ez a rendszer az ember agyában kialakult, környezetével való kapcsolata teljesen új alapokra helyeződött. Természeti objektumból, környezetéből fokozatosan elkülönült, szubjektummá vált, megjelent az Énsorompó, kialakult az Én és a Világ kettőssége.

A látás példáján jól érzékelhető: annak, hogy bizonyos környezeti hatások által keltett ingerek a valóság leképezését lehetővé tevő jelfunkciót vegyenek fel, két fontos feltétele van:

1. A fizikai-kémiai hatásnak, amit az inger kivált a szervezetben, mérsékeltnek kell lennie. (A szem ideghártyáján például molekuláris szerkezetváltozások, ionáramlások, elektromos kisülések tömege játszódik le, azonban mi ezekből nem érzünk, nem érezhetünk semmit. Ehelyett a diszkréten háttérbe húzódott biológiai hatásokra ráépülve megjelenik a kép.)
2. Az objektumnak, amelyet a hatás leképez, távol kell lennie az élőlény testfelületétől.

Ezeknek a feltételeknek a teljesülését jól példázza a másik fontos távérzékszerv, a hallószerv kifejlődése és működése is. Az a gázelegy, amelyet levegőnek nevezünk, egyenletesen tölti ki a földfelszínnek azt a sávját, amelyet bioszférának nevezünk. Ideális szubsztancia, „reális éter” távoli hatások közvetítésére. A fénnel ellentétben – amely a tárgyakról visszaverődve „csak arra vár”, hogy egy megfelelő szerkezet felfogja, és segítségével leképezze a környezetet – a levegő passzív közeg. Ezt a rugalmas molekulahalmazt meg kell mozgatni, ha segítségével „távolhatást” szeretnénk elérni. Az élőlénytől távolabb történő mozgások hatására longitudinálisan terjedő lengések, hullámok alakulnak ki, és ha az élőlény képes ezeket felfogni, máris megvalósult a távérzékelés. Ennek a mechanikai hatásnak a felfogására a testfelület egy specializálódott része, a

hallószerv jött létre. Az evolúció kezdeteitől fogva a test egész felszíne képes külső hatások érzékelésére. Ha azonban az ingerület azt jelzi, hogy a testfelszínhez hozzáérő dolog már ott van, sürgős intézkedésre van szükség. Az ilyen testfelszíni hatás éppen ezért nem lehet a külvilágról objektív információt hordozó jel. A hallószervvé specializálódott testfelület viszont lehetővé teszi a távoli dolog által okozott, indirekt érintést – ezért ez már reprezentatív jel lehet.

A levegőréteg arra is ideális közeg, hogy szándékoltan keltsünk benne rezgéseket – és ezáltal jelt adjunk egy másik élőlénynek. A beszéd során ez történik. A fajtársakkal történő kommunikáció az emberi tudatosság gazdag belső világának a látást kiegészítő, másik forrásként jelenik meg. A hallásérzékelés azonban magán viseli eredetének nyomait: az ezen a módon közvetített információknak mindig vannak kevésbé objektív, biológiailag hatásosabb elemei; a hallás soha nem olyan tárgyyszerű, mint a látás. A távolságból történő érintés mégiscsak megőriz valamit az evolúciósan ősből származó biológiai relevanciájából, és az emocionális hatásokat is átviszi: a másik ember által kiadott hangok érzelmiileg nem közömbösek számunkra. A hangadásnak ezt az emocionális többletét a zene „hasznosítja”, amely „üzenetet” jelent számunkra, és ez abban fejeződik ki, hogy „megérint” bennünket.

Még egy lehetősége van az élőlényeknek a valóság objektív letapogatására: a mozgatható, kinyújtható és visszahúzható tapogatók, csápok, végtagok és kezek. Ilyenkor nem a levegő – vagy a fény – közvetítésével jön a távoli hatás, hanem mi közelítünk hozzá. Biztos távolságból információkat veszünk róla – mint a vonalkódolvasóval a könyvtárban – hogy kialakuljon vagy kiegészüljön a tudatunkban készülő valóságmodell. Az ujjaink végén lévő idegvégződésekkel – kezünket tetszés szerint kinyújtva vagy visszahúzva – így a látáshoz és a halláshoz hasonlóan valódi jelek felfogására, a valóság objektív leképezésére vagyunk képesek.

A távolról történő érzékelés képessége alapvető feltétele annak, hogy a szervezet valamilyen külső hatást jelként, a külvilágra vonatkozó, a külvilág bármely elemét reprezentáló információként értékeljen. A jelhasználat evolúciója során első lépésként a biológiai szempontból nem elsőrendűen fontos, de az élőlény számára még észlelhető külvilági hatások még biológiailag releváns környezeti hatásokhoz kapcsolódtak, és előre jelezték azok bekövetkezését. Ez a pavlovi feltételes reflex. (A pavlovi első és második jelzőrendszer úgy is értelmezhető, mint különböző biológiai relevanciájú ingerek csoportjai). A környezetben történő sikeres viselkedésformák megtanulását leíró operáns kondicionálás modellje már átvezet a biológiai determináció határait tágító felfedező (exploratív) viselkedéshez.

Az emberiség kulturális evolúciójának gyorsuló szakasza, az emberi megismerés és alkotó tevékenység kreatív kibontakozása akkor kezdődött, amikor a közvetlen biológiai hasznosságra irányuló cselekvésorientált interakción túl lehetőség adódott a valóság szemrevételezésére. A késleltetett, illetve kikapcsolt interaktivitás vezetett el a reflexióhoz, az elemző gondolkodáshoz, a tudomány, a művészet, a kultúra és a civilizáció kibontakozásához.

## *4.2. A jeltudomány kialakulása és előzményei*

A jeltudomány első nyomai – mint oly sok más tudományág kezdetei is – az antik görög filozófiában találhatók meg. A jeltudomány fogalmát jelentő szemiotika, illetve



szemiotológia szavak is görög eredetűek: a széma – jel, illetve a szémeiotike – jelmegállapítás kifejezésekre vezethetők vissza. A szémeiotike kifejezést Galenus és követői az orvosi gyakorlatban „tünettan” értelemben használták. A sztoikus filozófusok szavak jelentésével kapcsolatos vitái, Szókratész, Platón és Arisztotelész ismeretelméleti és logikai fejtegetései egyaránt a szemiotika előfutárának tekinthetők.

A középkorban a skolasztikus gondolkodást, az ismeretelméleti és logikai vitákat – gondoljunk csak a nominalisták és a realisták harcára – áthatotta a mai szemiotika körébe tartozó problémák tudatossága. **Szent Ágoston** definíciója a jelről ma is használható: „*Jel az, ami az érzékelésnek önmagát, a léleknek pedig önmagán kívül valami mást tár elébe.*”<sup>57</sup>

**John Locke**, az újkor nagyhatású filozófiai gondolkodója volt az, akinek az *Értekezés az emberi értelemről* című művében (An Essay Concerning Human Understanding, 1690) már fellelhetők a modern jeltudomány bizonyos alapelemei. Ennek a művének utolsó részében Locke a tudományok rendszerezésével foglalkozik. Szerinte a tudományokat vizsgálódásuk irányultsága alapján három csoportra lehet osztani: fűsziké (természettudományok), praktiké (a hasznos és jó célok elérésének módszertana, aminek legfőbb része az etika) és szemiotiké (amely a jelek tudománya, a jelek természetét vizsgálja). Erről a következőket írja:

„... ezt az ágazatot szemiotikének vagy a jelek tudományának lehetne nevezni, amelyek között a legszokottabbak a szavak, de elég alkalmas volna logiké, logika néven emlegetni. Ennek a feladata megvizsgálni azoknak a jeleknek a természetét, amelyeket az elme használ a dolgok megértésére vagy tudásának másokkal való közlésére. Mert mivel ama dolgok közül, amelyeket az elme szemlél, magát az elmét kivéve, egyik sincs jelen az értelemben, szükséges, hogy valami más, a vizsgált dolgok valami jele vagy ábrázolása legyen ott, és ezek az ideák. És minthogy az ideáknak az a színtere, amely az ember gondolatait alkotja, nem tehető egy másik elme közvetlen látása elé, sem el nem tehető másutt, mint az emlékezetben, ebben a nem nagyon biztonságos raktárban, tehát mind gondolataink egymással való közlése, mind a magunk használatára való rögzítése kedvéért ideáinknak jelekre is van szüksége. Az emberek a tagolt hangokat találták a legkényelmesebbnek, és erre a célra ezeket használják a legáltalánosabban. Az ideáknak és a szavaknak, mint a tudás hatalmas eszközeinek meggondolása tehát nem megvetendő része azok szemlélődéseinek, akik az emberi tudást egész terjedelmében kívánják áttekinteni. És ha mindezt pontosan mérlegelnénk, és kellően megfontolnánk, talán másféle logika és kritika származnék belőle, mint az, amelyet eddig ismerünk.”<sup>58</sup>

A filozófiai szemiotika egyébként végigvonul a filozófiai tudományok történetén, ami többek között Leibniz és Hume munkáinak ismeretelméleti vonatkozású részeiben is megmutatkozik. Nem véletlen, hogy a modern szemiotika egyik megalapozója, Charles W. Morris fő művének mottójául ezt a Leibniz-idézetet választotta:

„Senkinek sem kell félnie, hogy a jeleknek a szemlélése eltérít bennünket a dolgoktól, éppen ellenkezőleg, bensejükbe vezet.”<sup>59</sup>

A modern szemiotika megalapozójának két, a 19. század második felében alkotó tudós, az amerikai **Charles Sanders Peirce** (1839–1914) és a svájci **Ferdinand de Saussure** (1857–1913) tekinthető. Peirce filozófus, matematikus, csillagász és a pragmatikus

<sup>57</sup> Idézi: Fülöp Géza: Az információ. Egyetemi és főiskolai jegyzet. Budapest, ELTE, 1996.

<sup>58</sup> Locke, John: *Értekezés az emberi értelemről*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1979. 2. Kötet. 340. o.

<sup>59</sup> In: A jel tudománya. Szerk.: Horányi Özséb–Szépe György. Budapest, Gondolat, 1975. 45. o.

filozófia rendszerének egyik kidolgozója volt. Logikával is foglalkozott, ő tette ismertté Amerikában George Boole logikai algebráját, 1867-ben. A logika részének tartotta a szemiotikát is, olyan tudománynak, amely ismeretelméleti kérdések körébe tartozó problémákat tanulmányoz, közelebbről jel és jelölt közti oksági viszonyokat. Máig meghatározó a szemiotikai gondolkodásban a jelek logikai módszerrel történő csoportosítása, amelyet ő végzett el először. Azt, hogy mit ért szemiotikán, a következőképpen fogalmazta meg: „... a szemiózis fogalmán... olyan cselekvést vagy behatást értek, amely ...magával vonja három szubjektum, vagyis a jel, annak tárgya és annak interpretálójának együttműködését, és ezt a háromszoros összefüggést semmiféle módon nem bonthatjuk szét párok közti cselekvésekre.”<sup>60</sup>

Saussure nyelvész volt, és számon tartjuk a modern nyelvtudomány egyik megalapozójaként is.<sup>61</sup> Ő úgy gondolta, hogy a szemiotika a pszichológia részét képezi, a nyelvtudomány pedig a szemiotika rész tudománya. A „Bevezetés az általános nyelvészetbe” című fő művében az alábbiak szerint határozta meg az új tudomány tárgyát és helyét a tudományok között:

*„Elképzelhetünk tehát egy olyan tudományt, amely a jelek életét tanulmányozza a társadalmi életben belül, ez a társaslélektan és következésképpen az általános lélektan része lenne, amelyet mi (a görög szemion – jel – szó alapján) szemiológiának nevezünk. Ez arra hivatott megtanítani bennünket, miben állnak a jelek, s milyen törvények igazgatják őket. Mivel a szemiológia még nem létezik, nem tudjuk megmondani, hogy milyen lesz, de van létjogosultsága, s helye előre meg van határozva. A nyelvtudomány csupán egy része ennek az általános tudománynak; a törvények, amelyeket a szemiológia majd feltár, alkalmazhatók lesznek a nyelvtudományban is, ez utóbbi így módon egy jól meghatározott területhez kapcsolódik majd az emberi jelenségek összességén belül.”<sup>62</sup>*

A német **Gottlob Frege** (1848–1925) a matematikai logika egyik kidolgozója volt. Ő a jelviszonyok kérdését tanulmányozta.<sup>63</sup> A szavak jelentéstartalmának vizsgálata során szükségesnek tartotta elkülöníteni a szavak által hordozott jelek tárgyi jelentését (Bedeutung) és értelmét (Sinn).

Az amerikai **Charles W. Morris** fő műve, a *Foundations of the Theory of Sign* (A jelek elméletének alapjai) 1938-ban jelent meg az Egyesített Tudomány Nemzetközi Enciklopédiája című sorozatban. A sorozatot az Amerikába emigrált Bécsi Kör meghatározó személyiségei – közöttük Otto Neurath és Rudolf Carnap – indították, és nagyigényű célját címe is jól kifejezi. Nem véletlen, hogy Morris munkája ebben a sorozatban jelent meg, hiszen ő a szemiotikát a tudományok egyesítése felé vezető út egyik lépcsőjének tekintette. Ez volt az első összefoglaló szemiotikai mű. Morris vezette be a szemiotika három részterületének, a szemiózis elemeit képező szemantikának, szintaktikának és pragmatikának a megkülönböztetését. Ő ismertette meg Peirce munkásságának eredményeit a szakmai közönséggel, és kora tudományait – mindenekelőtt a filozófiát, pszichológiát és nyelvészetet – szemiotikai nézőpontból elemezte. Érdemes idézni fő művének bevezető sorait:

*„Az ember a legfőbb jelhasználó állat. Természetesen a többi állat is tud úgy reagálni bizonyos dolgokra, mint más valaminek a jeleire, de ezek a jelek nem érik el azt a*

<sup>60</sup> Idézi: Voigt Vilmos: *Bevezetés a szemiotikába*. Budapest, Gondolat, 1977.

<sup>61</sup> Életműve elsősorban a szemantika megalapozására terjedt ki.

<sup>62</sup> In: *A jel tudománya*. Szerk.: Horányi Özséb–Szépe György. Budapest, Gondolat, 1975. 45. o.

<sup>63</sup> A matematika is a „nyelv”-ek egyike.

*bonyolultságot és kidolgozottságot, amelyet például az emberi beszéd, az írás, a művészet, a kísérleti eszközök, az orvosi diagnózisok és a jelzőberendezések felmutatnak. A tudomány és a jelek elválaszthatatlan kapcsolatban állnak egymással, mert egyrészt a tudomány igen megbízható jelekkel látja el az embert, másrészt pedig a tudományos eredmények is jelrendszerekben öltenek testet. Az emberi civilizáció léte jelektől és jelrendszerektől függ, és az emberi szellem elválaszthatatlan a jelek funkcionálásától, ha ugyan nem azonosítható az emberi szellem működése ezzel a működéssel.”*<sup>64</sup>

A 20. században sok kutató foglalkozott szemiotológiai kérdésekkel, többek között a lengyel filozófus Adam Schaff, a nyelvész Roman Jakobson és a szemiotológus esztéta, az olasz Umberto Eco. 1962-ben tartották az első szemiotikai világkongresszust. Azóta a szemiotika az információkkal foglalkozó, egymással kapcsolódó és egymást részben átfedő tudományterületek egyikeként vált közismertté. Arra a kérdésre, hogy mit takar a szemiotika fogalma, összefoglalóan azt válaszolhatjuk, hogy a szemiotika a jelekkel foglalkozó interdiszciplináris, határterületi tudomány, amely összekötő szerepet játszik a különböző tudományok között.

### 4.3. Jel, jeltárgy, jelentés

Mi a jel? Erre a kérdésre nem könnyű válaszolni, pontosabban egyetlen, minden jel-formára és minden jelviszonyra alkalmazható, tehát átfogóan és maradéktalanul érvényes definíciót nem lehet adni. A sok létező meghatározásból azonban ki lehet választani néhányat, amelyek egymást kiegészítve és megerősítve segítenek a fogalom értelmezésénél. Elsősorban a jel tudomány klasszikusainak definícióit idézzük.

Saussure szerint *„jelen azt az egészet értjük, amely egy jelölőnek egy jelölttel való asszociációjából jön létre.”*

Peirce meghatározása: *„A jel vagy helyettesítő (representamen) az, ami valamit valaki számára valamely tekintetben vagy minőségben helyettesít.”*

Morris a következő meghatározást adja: *„... a jel valami egyebet reprezentál vagy helyettesít, mint önmaga.”*

Georg Klaus szerint: *„A jel, jelzés, valamely információ hordozója. A jel mindig egy üzenetet, információt vagy információ alkatrészét tartalmazza. A jel valami magától különbözőre, vagyis egy tárgyra, viszonyra stb. utal, amelyet megjelöl. Ez a tárgy stb. a jel jelentésének forrása.”*

Vitathatatlan V. V. Martinov megállapításának igazságtartalma is: *„Minden jelnek van jelentése, és ez az egyetlen olyan következtetés a jelről, amely vitathatatlan.”*<sup>65</sup>

Umberto Eco szellemes és közérthető választ fogalmazott meg: *„Az ember olyan állat, amely fajtársainak meg tud jeleníteni térben és időben távoli dolgokat, vagy érzékeivel nem észlelhetőket. Ehhez használja a jeleket. Szemiotika az a tudomány, amely mindazzal foglalkozik, amivel az ember hazudni képes.”*<sup>66</sup>

Valamennyi meghatározásból az olvasható ki, hogy a jel mindig helyettesít valamit. A helyettesített dolgot vagy dolgok csoportját jeltárgynak vagy jelöltnek nevezzük, a jel

<sup>64</sup> Idézi: Fülöp Géza: Az információ. Egyetemi és főiskolai jegyzet. Budapest, ELTE, 1996. 84. o.

<sup>65</sup> Idézi: Fülöp Géza: Az információ. Egyetemi és főiskolai jegyzet. Budapest, ELTE, 1996. 84. o.

<sup>66</sup> Idézi: Smith, John Maynard: Die Entwicklung der Kommunikation unter Tieren. Teleakademie, Südwest-funk, 1998.

és a jelölt egymásra vonatkoztatásának, összekapcsolásának a folyamatát pedig szemiózisnak.

Rendszerszemléletű megközelítéssel azt is mondhatjuk, hogy a szemiózis két rendszer egymásra vonatkoztatása, két tulajdonsághalmaz közötti reláció realizálása, amely reláció többféleképpen létrejöhet. A jelként szereplő rendszer struktúrájában kódolva van a jelölt struktúraleírása. A jelként szereplő rendszer mindig egyszerűbb, általánosabb és elvontabb mint a jelölt, amely ellenben komplexebb, egyedibb és konkrétabb. A jel tehát az a tulajdonság – vagy azoknak a tulajdonságoknak az összessége –, amely a jelöltet helyettesíti.

A jel anyagi hordozója a jelpéldány. (Köznapi szóhasználatnál ezt nevezik jelnek.) A jelrendszerek általában véges számú jelet tartalmaznak, míg a jelpéldányok száma potenciálisan végtelen. Vannak olyan jelek is, amelyeknek csak egy jelpéldányuk van. Ilyen például egy műalkotás. Az ebbe a kategóriába tartozó jeleket Peirce egyszeri jelként (*sinsign*) különbözteti meg.

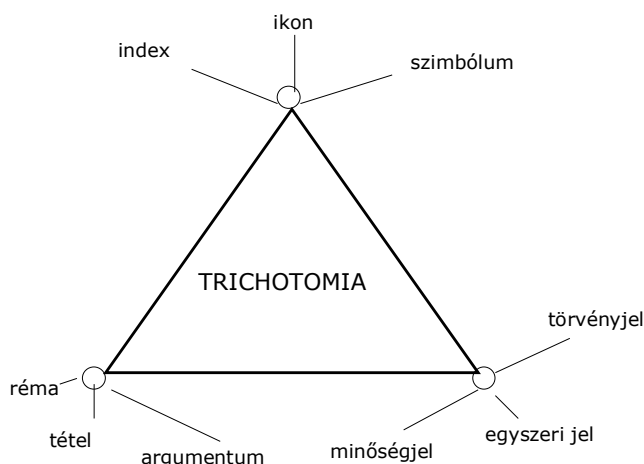
A jelpéldány és a jel kapcsolatát a kommunikáció folyamatában vizsgálva beszélhetünk szignifikánsról és szignifikátumról. A szignifikátum a jel értelmét, az információt jelenti, míg a szignifikáns ennek fizikai hordozója. A kettőt együtt kommunikátumnak nevezzük.

A jel a legtöbb esetben nem egyetlen dolgot, jelenséget, hanem azok csoportját helyettesíti. A jelek helyettesíthetnek dolgok, jelenségek közötti viszonyokat is, de jelenthetnek olyan elvont fogalmakat is, amelyeknek osztályai nem határolhatók körül egyértelműen.

Ha megnézzük egy adott jel által meghatározott jelöltek osztályát, és azt vizsgáljuk, milyen tulajdonságok alapján kerültek ide a jelöltek, akkor eljutunk a tulajdonságok azon halmazához, amit fogalomnak nevezünk. A jelek és a fogalmak önmagukban sem a valóságban, sem a tudatban nem léteznek. A jelöltek és a jelpéldányok a valóságban léteznek, míg a tudatunkban, az agyban a jelek és fogalmak megfelelői, a reprezentációk vannak valamilyen formában. A jelek kapcsolják össze a jelölteket (a jelpéldányon keresztül) és a tudati képeket (a reprezentáción keresztül). A jelpéldány és a tudati kép közötti kapcsolatot nevezzük kódolási folyamatnak, míg a dekódolás folyamatát a jelpéldány értelmezése, a megfelelő tudati kép előhívása jelenti.

#### *4.4. Jeltipológia*

A szemiotika a jelek csoportosítását tekinti egyik alapvető feladatának. Figyelembe véve a jelek és jelviszonyok rendkívüli összetettségét és gazdagságát, eddig egyetlen olyan átfogó, mindenre kiterjedő és logikailag kifogástalan rendszer sem született, amelyet mindenki érvényesnek fogadna el. Valamennyi csoportosításban egy-egy nézőpont, illetve prioritásrendszer jelenik meg, így az egyes felosztások inkább komplementer, mint kizáró viszonyban vannak egymással.



15. ábra: Jeltipológia

A jelek első osztályozását a jeltudomány klasszikusa, Peirce végezte el még a 19. században. Ő a jeleket három szempont szerint osztályozta, és mindhárom szempont szerint egy-egy háromtagú csoportot, trichotómiát képezett. Nézzük meg ezeket a csoportokat!

Az első szempont a jelek önmagukban vett minősége. Ennek alapján a jel lehet:

1. Tiszta minőség (quality + sign = qualisign), azaz olyan minőségi jellemző, ami jel-szerepet tölt be. Ez „*ténylegesen jelként csak akkor működőképes, ha testet ölt, de a megtestesülés nem befolyásolja természetét.*”

2. Egyedi, egyszeri létező (singular/single + sign = sinsign), vagyis „*jelként szereplő ténylegesen fennálló dolog vagy esemény.*”

3. Törvényjel (lex/legi + sign = legisign): általános törvény megtestesítője, jel szerepét betöltő törvény. Minden konvencionális jel ide tartozik.

A második szempont a jelek tárgyukhoz való viszonya. Ide a következők tartoznak:

1. Ikon – a jel és a tárgy közötti kapcsolat alapja a hasonlóság.

„Az ikon olyan jel, amely az általa jelölt tárgyra pusztán saját jellemzőivel utal. Jelként csak akkor működőképes, ha valóban van ilyen tárgy.”

2. Index – a jel és a tárgy között tényleges kapcsolat van.

„Indexnek nevezzük azt a jelet vagy ábrázolást, amely tárgyára nem azért utal, mert hasonlít hozzá, illetve analógiát mutat vele, vagy olyan általános jegyekkel társítható, amelyek történetesen e szóban forgó tárgyban is megtalálhatók, mint inkább azért, mert dinamikus (és ezen belül térbeli) kapcsolatban van mind az egyedi tárggyal, mind annak az érzékeivel, illetőleg emlékezetével, aki jelként veszi igénybe.”<sup>67</sup>

3. Szimbólum – a jel és tárgya között a hozzárendelés konvenciója létesít kapcsolatot.

„A szimbólum olyan jel, amelyet pusztán vagy főleg az a tény tesz jellé, hogy jelként használják és értik meg, függetlenül attól, hogy természetes-e vagy konvencionális ez a szokás; tekintet nélkül azokra az indítóokokra, amelyek eredetileg szabályozták a kiválasztását.”

<sup>67</sup> Az idézetek forrása: A jel tudománya. Szerk.: Horányi Örséb–Szépe György. Budapest, Gondolat, 1975.

A harmadik szempont a jel viszonya az értelmezőhöz, az interpretánshoz. E szerint a jel lehet:

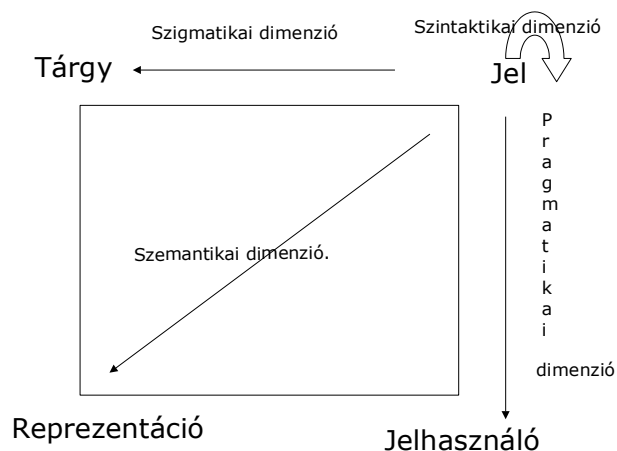
1. Rhéma, réma (a görög rheme = mondás, közlés szóból) – vagyis általános, egyszerű, kiegészítendő közlés.
2. Dicent, dicisign (a latin dicentum = megállapítás szóból) – megállapítást, ítéletet jelent.
3. Argument (az angol argument = érv, érvelés szóból) – logikailag szükségszerű következtetést jelent.

Peirce a három triád elemei közötti összefüggések alapján további jeltípusokat különböztetett meg, amelyek mindegyike a három triád egy-egy elemét foglalja magában, és együtt a jelek tíz osztályát alkotják. Nézzünk meg néhány példát: egy spontán felkiáltás – reumatikus index jellegű egyszeri jel; a vörösség érzése – minőségjel, ikon, réma; egy mutató névmás – reumatikus index jellegű törvényjel.

#### 4.5. A jelfolyamat elemei és a közöttük kialakuló kapcsolatok

A szemiózis (jelfolyamat) fogalom Charles Morristól származik, és ez alatt a jelfolyamat egyes elemei közötti kapcsolatokat értette. A mai szemiotikában a jelfolyamat vagy jelhelyzet elemzésekor abból indulunk ki, hogy négy alaptényezővel és négyféle relációval kell számolnunk. A négy tényező: a jel, a jelölt, a tudati képmás, valamint a jelölő és jelhasználó ember. A jelhelyzet elemei között kialakuló viszonyok pedig – amelyeket a szemiózis dimenzióinak is neveznek – a következők:

1. A szigmatikai dimenzió – a jel és a jelölt objektum közötti viszony
2. A szintaktikai dimenzió – a jelek egymás közötti viszonya
3. A szemantikai dimenzió – a jel és a tudati képmás közötti viszony
4. A pragmatikai dimenzió – a jel és a jelértelmező, jelhasználó ember közötti viszony



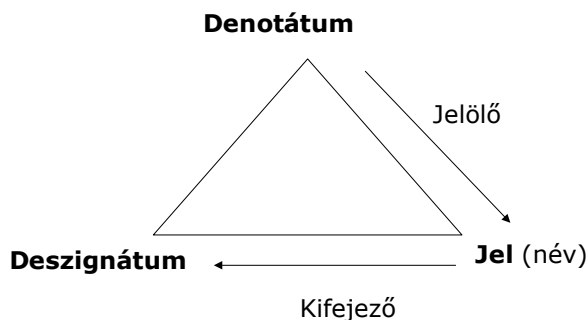
16. ábra: A szemiózis dimenziói

Nézzük meg, mi jellemzi ezeket a viszonyokat!

### 4.5.1. A szigmatikai dimenzió

A **szigmatika** a jelölő viszonyt, a jelnek a jelöltre vonatkoztatását vizsgálja. Gyakran együtt tárgyalják a szemantikával: Morris is csak szintaktikai, szemantikai és pragmatikai dimenzióról beszélt. Ennek ellenére célszerű külön tárgyalni a két viszonyt, mivel a jel és jelölt kapcsolatának különböző aspektusairól van szó. Más dolog ugyanis jelölni, és megint más jelenteni valamit. A jelfolyamat elemei közötti kapcsolatot először Gottlob Frege értelmezte 1892-ben. Szerinte a jelfolyamat három eleme a jel, a jelölt dolog (a jel referense, denotátum – a valóság)<sup>68</sup> és a jel értelme (deszignátum – fogalom). A jelfolyamat résztvevői között három viszonyt állapított meg:

1. A jelölő vagy denotáló viszony jelnek a jeltárgyhoz, a denotátumhoz való viszonya (denotáció).
  2. A kifejező vagy deszignáló viszony a jelnek a fogalomhoz, a deszignátumhoz való viszonya (deszignáció).
  3. A fogalomnak a valóságra, a deszignátumnak a denotátumra vonatkozó viszonya.
- A jel egyaránt jele a valóságos objektumoknak, és ezek tudati megfelelőjének.<sup>69</sup>



17. ábra: A Frege-háromszög

Ha a jel egy konkrét dolgot, tárgyat, jelenséget jelöl, akkor a jel referenséről vagy denotátumáról beszélünk. A dolgok, tárgyak, jelenségek azon virtuális halmaza, amelyre a jel vonatkozatható, az adott jel deszignátuma. Ebben az esetben, ha a jel egy teljes osztályt jelöl, akkor a jel deszignátumáról beszélünk. Ha az osztálynak csak egy tagja van, akkor a denotátum és a deszignátum egybeesik. Ilyenek például a tulajdonnevek. A legtöbb esetben azonban a deszignátum és a denotátum nem fedi egymást. Ebben az esetben egy osztálynak több tagja van. Ha a jel által jelölt osztálynak nincs egyetlen tagja sem, akkor üres a halmaz. Ebben az esetben csak deszignátuma van, de nincs referense. Ebbe a csoportba képzeletbeli lények nevei tartoznak, a nimfák, faunok, kentaurok, illetve a „nimfa”, „faun”, „kentaur” szó. Deszignátuma értelemszerűen minden jelnek van, referense viszont nem. Ebből következik, hogy a jelölő viszonyban elsődleges a deszignáció.

<sup>68</sup> Referensznek is írják, és jelöletnek is mondják.

<sup>69</sup> Például az asztal (table, der Tisch) jel egyaránt jelöl valóságos asztalokat és az asztal fogalmát.

#### 4.5.2. A szintaktikai dimenzió

A **szintaktika** a jelek egymáshoz való viszonyával, kapcsolataikkal foglalkozik. A jelek viszonya a legegyszerűbb esetben mindössze annyiban érdekes, hogy képesek legyünk azonosítani vagy egymástól megkülönböztetni őket. Egyszerű jeleknél, szignáloknál ennél többre nincs is szükség. Legtöbbször azonban általában összetett rendszerben jelennek meg, és ezek a térben összekapcsolódott és/vagy időben egymás után következő jelek bizonyos szabályok szerint szerveződnek. Azoknak a szabályoknak az összességét, amelyek meghatározzák, hogy egy jelrendszerben a jelek milyen csoportosításai megengedettek, az illető jelrendszer szintaxisának nevezzük. A mindössze egy idődimenzióban szerveződő jelsorozatok szabályrendszereit viszonylag könnyű elemezni. Ebbe a csoportba tartozik a kultúra két meghatározó jelrendszere, a nyelv és a zene is. A szintaxis ismerete lehetővé teszi, hogy hibás jelsorozatokot korrigáljunk a jelek sorrendjének átrendezésével, illetve, hogy hiányos jelsorozatokot kiegészítsünk. A szintaktikai szabályok nem egyszer s mindenkorra adott, megváltoztathatatlan rendszerek, hanem az időben változnak. A művészi alkotások esetében gyakori a szabályok szándékos megsértése. Ilyenkor a „hibák” lesznek a jelek, és ezek később – legalábbis az adott stíluson belül – akár új szabályokká is válhatnak. A nyelvben a jelek (pl. szavak) a mondatokban kapcsolódnak egymáshoz. Ezért a nyelvtudományban a szintaxist mondattan-nak tekintik.

#### 4.5.3. A szemantikai dimenzió

A **szemantika** központi kategóriája a jelentés; a jel és a mentális reprezentáció viszonyával foglalkozik. Nagyon bonyolult hatásrendszer eredményeképpen nyilvánul meg a jel hatására az interpretáló tudatában a jelentés. Azonos jelek, jelsorozatok jelentése például különböző társadalmakban, eltérő kultúrákban illetve szubkultúrákban más és más lehet. A jelértelmezés számos tényezőtől függ: az értelmező kulturális háttérétől, a jel környezetétől, a kontextustól, a szituációtól stb. Pontos, egyértelmű szabályrendszer nem létezik és elvileg sem lehetséges. A szintaktikai szabályok konvenciók, amelyet elvileg mindenki ismerhet. A szemantika viszont csak részben konvenció, inkább egyéni szemantikai rendszerekről beszélhetünk, amelyek eltérnek egymástól. A kommunikációt ezeknek a szemantikai rendszereknek a részbeni átfedései teszik lehetővé és az, hogy a közös elemekből kiindulva van lehetőség az eltérő szemantikai rendszerek egyeztetésére, korrekciókra. Mivel minden jel jelentése révén tölti be jelölő funkcióját, így a szigmatikának is van szemantikai meghatározottsága. Különösen szembeötlő ez akkor, amikor a konnotáció jelenségéről van szó. A **konnotáció** többszörös jelölést vagy többszintes együttjelölést jelent. Általában a denotáció mint alapjelentés mellett, azon túl jelenik meg a másodlagos vagy többszörös jelentés. A denotáció és konnotáció aránya a különböző jelrendszerekben eltér egymástól. A matematika és a különböző programnyelvek par excellence denotatív jelrendszerek, az egyes jelek jelentése teljesen egyértelmű, nincs másodjelentésük. Ezzel szemben a műalkotások olyan összetett jelrendszerek, amelyek értelmezésében a denotáció és a konnotáció megkülönböztetésének döntő jelentősége van.



#### 4.5.4. A pragmatikai dimenzió

A **pragmatika** a szemiotikának az a területe, amely a jelhasználat kérdéseivel foglalkozik. Amíg a szintaxisnál a jelek egymással való viszonya, a szigmatikánál és a szemantikánál a jel és a jelölt, illetve a jel és a jelentés viszonya a meghatározó, itt a jel és annak használója közötti viszony képezi az elemzés tárgyát. A pragmatika igen szerteágazó terület, végül is átfogja az ember teljes „társadalmi praxisát”. Olyan kérdéseket vizsgál, amelyek egyúttal a kommunikációelmélet, szociológia, pszichológia témakörébe is beletartoznak.

A szemiotika tudománya abból indul ki, hogy azok a jelkapcsolatok, amelyeket vizsgál, társadalmi jelenségek. Társadalom nélkül nincs szemiózis – vallja a tudomány több képviselője. A tananyag további fejezeteiben az információ, a jelölés, jelértelmezés és jelentés folyamatait társadalmi-technikai dimenzióban vizsgáljuk tovább.

## 5. Információ és kommunikáció a társadalomban

Minden élőlény nyílt rendszer, amely a környezetével állandó, interaktív kapcsolatban van, és csak az anyag, energia és információ állandó áramlása következtében maradhat fenn. Témánk szempontjából különösen érdekes számunkra az információs interakciók területe.

A következő kérdésekre keressük a válaszokat:

Hogyan lép az élőlény kölcsönhatásba környezetével? Hogyan képes a számára fontos információkat kiválasztani, feldolgozni, és azokra megfelelő válaszokat adni? Milyen képet alkot – és egyáltalán alkot-e képet magának – az élőlény a világról? Mi jellemző az állatok jelhasználatára? Az ember megismerő, világképalkotó, tudatos tevékenysége alapvetően különbözik-e a többi élőlényre jellemzőtől, vagy vannak evolúciós előképei? Hogyan fejlődött ki az állatvilágból a nyelvhasználó, eszközkészítő tudatos emberi lény? Hogyan fejlődött tovább a kulturális és technológiai evolúció interdependenciájában az ember információs kapcsolatrendszere?

### 5.1. Az információfeldolgozás biológiai alapjai

A környezetétől elhatárolódott élőlény számára az információk határoló felület (sejthártya, membrán) közvetítésével jutnak a sejtbe. Ez az elhatároló felület a molekulák összetartásához szükséges (az élő sejt „lágy automata”, így érhető el az, hogy a molekulák egymás akciórádiusában legyenek). A membrán egyúttal speciális kapcsolatrendszer kialakulását is lehetővé teszi a biológiai rendszer és környezet között, összeköti az élőlényt külvilágával. Bizonyos anyagok aktív vagy passzív szállítási (transzport) folyamatok révén bejutnak a sejtbe, de energia is ájtut a membránon.

Az élőlényeknek már egysejtű formában is szükségük van arra, hogy képesek legyenek különbséget tenni a környezet tulajdonságai között, felismerjék és kiválasszák a számukra fontos környezeti tényezőket. Soksejtű állapotban speciális sejtcsoportok alakulnak ki, amelyek képesek a környezet különböző hatásainak finom megkülönböztetésére és a szervezet működésének optimalizálására, növelve ezáltal az élőlény túlélési esélyeit. Az evolúció során az érzékelési képesség finomodott, bővült a környezetre vonatkozó információk köre. Az élőlényeknek különböző, változatos és egyedi szerkezetei és módszerei alakultak ki a külvilág kifürkészésére. François Jacob „A lehetséges és a tényleges valóság” című könyvében nagyon szemléletesen ír erről:

*„...minden élő organizmus számára abszolút szükségszerűség, hogy érzékelje környezetét, vagy legalábbis környezetének azokat a tényezőit, amelyek életének követelményeihez kapcsolódnak. A legegyszerűbb organizmusnak, a legalacsonyabb rendű baktériumnak is »tudnia« kell, hogy milyen táplálék áll rendelkezésre, hogy annak megfelelően szabályozhassa be anyagcseréjét.”*

*„Minden organizmusnak megvan a maga fölszerelése ahhoz, hogy bizonyos mértékig érzékelhesse a külvilágot. ...minden egyes faj a maga egyedülálló érzéki világában él, amelyre más fajok részben vagy teljesen vakok lehetnek. A specifikus eszközök egész sora fejlődött ki... Amit egy organizmus a környezetében felfedez, az mindig csak egy része annak, ami körülötte van. Ez a rész pedig az organizmustól függően különböző.”*

*„A világ percipiálásának módja így minden egyes faj számára egyrészt érzékszerveitől függ, másrészt attól, ahogyan agya az érzékszervi és motorikus eseményeket integrálja. A különböző fajok »huzalozása« még azokban az esetekben is sajátos vonásokat választ ki a környezetből, amikor az ingereknek ugyanazt a skáláját érzékelheti. A különböző fajok percepciós környezetét az idegi feldolgozás olyan gyökeresen különbözővé teheti, mintha az általuk érzékelt ingerek különböző világokból erednének. Mi magunk is olyan mélységesen rabjai vagyunk annak a világábrázolásnak, amelyet érzékszerveink és agyunk, más szóval génjeink lehetségessé tesznek, hogy alig-alig tudjuk elképzelni azt a lehetőséget, hogy ugyanazt a világot más módon szemléljük”.<sup>70</sup>*

Azok a külvilágra vonatkozó, veleszületett idegrendszeri modellek, amelyek az állatokat jellemzik, nagymértékben zártak. Ezért az állatok viselkedése többnyire automatizmusokban nyilvánul meg, amelyekre a környezet kétféleképpen hat.

1. Ha a környezet valamilyen hatása kiváltja a megfelelő automatizmust, akkor **kulcsingerről** beszélünk. Ebben az esetben a külső információ csak aktiválja a már meglévő cselekvési programot.
2. Más esetekben a környezetből származó információknak nagyobb szerep jut az állat viselkedésének kialakításában. Ilyenkor az állat a környezetéhez illeszkedő viselkedés bizonyos elemeit örökli, de a programban vannak olyan helyek, amelyekbe a környezetből származó információ épül be. Az ilyen program a környezetre irányuló félkész tudás, amely tanulással szerzett információkkal kiegészítve válik kompletté. Ez arra jó, hogy a környezet előre nem látható jellemzőihez is lehessen alkalmazkodni. Ilyen a Konrad Lorenz által leírt **imprinting** jelensége is.

Az állatok viselkedésüket illetően bonyolult automatáknak, kibernetikai gépeknek tekinthetők. Az állatok viselkedését leíró tudomány, az **etológia** ezt a modellt számos eseteleírással támasztja alá. Nézzünk meg ezek közül néhányat!

Niko Tinbergen a tüskés pikók viselkedését tanulmányozta. A hím tüskés pikónak vörös a hasa, és ez az egymással szembeni fenyegető viselkedés kiváltásának a kulcsingere. Tinbergen nemcsak vörösre festett halmodellekkel szemben figyelt meg fajtársa agressziót, hanem akkor is, amikor egy vörösre festett postakocsi haladt el az ablak előtt.

Az ezüstsirály-fiókák táplálékot koldulnak szüleiktől úgy, hogy azoknak a csőrén levő piros foltot csipegetik. Tinbergenék kimutatták, hogy egy, a szülő fejére nagyjából emlékeztető kartonpapírra mázolt piros folt elég a táplálékkoldulási viselkedés kiváltására.

Jean-Henri Fabre, a nagy francia rovarkutató nőtény kaparódarazsak viselkedését vizsgálva fedezte fel „irracionális” automatikus viselkedést. A darázs a megbénított rovarlárvát leteszi a fészke elé, és mielőtt bevinné, bemegy körülnézni, minden rendben van-e. Ha közben a zsákmányt picit odébb húzzuk, akkor a darázs visszahúzza az előző helyre – és megint bemegy körülnézni – ezt írja elő a zárt program! És akárhányszor odébb húzzuk a zsákmányt, ő mindig végigcsinálja ezt a teljes programot.

<sup>70</sup> Az idézetek forrása: Jacob, Françoise: A lehetséges és a tényleges valóság. Budapest, Európa, 1986.

A pulykaanyák védik a ragadozóktól fiókáikat. Mindennek odacsapnak kemény csőrükkel, ami a fészekhez közelítve fenyegetheti a pulykacsibéket. Egy megsüketített pulyka a kiscsibéit vagdosta agyon – mivel nem észlelhette azt az egyetlen jelet, amelynek alapján azonosította őket, a csipogást. A kísérletet fordítva elvégezve: a feléje tolt kitömött kis görényt – pulykacsipogást lejátszó magnetofonnal a hasában – óvón szárnyai alá vette.

## 5.2. Az állatok információs kapcsolatai és jelhasználata

Akár viselkedési automatizmusról, akár tanulással kiegészített viselkedési formák kialakításáról van szó, az állatoknak képeseknek kell lenniük arra, hogy „értelmezzék” környezetük jeleit. Az állatok és környezetük információcseréjének részleteivel az etológia résztudományának is tekinthető zooszemiótika foglalkozik. A zooszemiótika egyben a szemiotika, jeltudomány egyik résztudománya is.

Ha az emberi információcsere evolúciós előképeit vizsgáljuk, jó megközelítésnek látszik az, hogy megnézzük, milyen funkciói vannak az állat életében az állat és környezete, illetve az állat és fajtársai közötti információs kapcsolatoknak. Ezek a kapcsolatok az állat önfenntartását és szaporodását biztosítják. Azt is mondhatjuk, hogy ezeknek a kapcsolatoknak az eredményességén múlik az állat evolúciós sikere. Az információs kapcsolatok minősége, hatékonysága tehát a rátermettség legfontosabb fokmérőjét jelenti.

Az állatnak a környezet számos paraméterét kell jól felmérnie, és helyesen értékelnie ahhoz, hogy életben maradjon. Táplálékot kell keresni, és el kell rejtőzni – vagy elmenekülni – a ragadozók elől. Menedéket kell találnia az időjárás viszontagságaitól. A környezettel való kapcsolatok közül kiemelkedik a fürkésző, **exploratív magatartás**, amely gyakran eredményezi adekvát magatartásminták megválasztását. A magatartásválasztással járó tanulás (**operáns kondicionálás**) is ebbe a kategóriába tartozik.

„Az exploratív magatartásban az az egyedülálló, hogy az állat jószívről a rendelkezésre álló valamennyi magatartásformát kipróbálja az érdeklődését felkeltő tárgyon” – írja Konrad Lorenz.<sup>71</sup> Ez a magatartás teszi lehetővé a sokoldalú életmódra történő specializálódást, ennek eredménye az embernél a vállalkozás, a kutatás és a művészet.

Az állat számára a külvilág kitüntetett objektumai a hozzá hasonló felépítésű élőlények, a fajtársak világa. Génjeinek fennmaradása, szaporodási sikere ebben a világban dől el. A fajtársakkal történő információs kapcsolatok a következők szerint csoportosíthatók:

- Fajtársak felismerése
- Szaporodási viselkedés
- Territoriális viselkedés
- Veszedelem jelzése
- Táplálékforrás jelzése

Az állatok számára a környezet többféle entitása szolgáltat információkat, funkcionál jelként. A jelek materiális hordozói, valamint a szignálok átvitelét biztosító közeg, illetve energiafélék alapján az állatok jelvilága, információs univerzuma három fő részterületre bontható:

---

<sup>71</sup> Lorenz, Konrad: Összehasonlító magatartás-kutatás. Budapest, Gondolat, 1985.

### 5.2.1. Olfaktorikus információk

A jeleknek ebben a csoportjában a környezet különböző kémiai objektumai, speciális szerkezetű molekulák, illetve bizonyos ionok szerepelnek szignifikánsként. A jeleket szolgáltató – szándékosan vagy a nélkül – kibocsátja ezeket az anyagokat, a jeleket vevő pedig értelmezi.

A kémiai jelek hordozó közege a levegő vagy a víz. Az egyes állatok saját információs világa rendkívüli differenciáltságot és tökéletesnek tűnő alkalmazkodást mutat ezen a területen is. A kutyák kiváló szaglása az egyik közismert példa a kiemelkedő érzékszervi teljesítményekre. A rovarok képesek észlelni parányi mennyiségeket is speciális vegyi jelanyagaikból, a **feromonok**ból. Legismertebb ebből a szempontból a lepkék teljesítménye. A nőtény lepke által kibocsátott, párzást szolgáló „molekuláris hívójeleket” a hímek nagy távolságról, igen kicsi koncentrációban is felismerik – és reagálnak rá. A „szagok nyelve” általánosan elterjedt az állatvilágban: az egyes fajok nagy változatosságot mutatnak a különböző kémiai anyagok kibocsátását és felismerését illetően.

### 5.2.2. Auditív információk

Az akusztikus jelzések nagyon praktikus információhordozók, mivel létrehozásukhoz kis energia szükséges, és a levegőrezgések frekvenciájának és amplitúdójának változtatásával jelentős információmennyiség átvitelére van lehetőség. A rezgések paraméterei gyorsan változtathatók, így az akusztikus információátviteli rendszer rugalmas, hajlékony és gyors.

A hangjelzések kommunikációra való használata különösen elterjedt az izeltlábúak és a gerincesek törzsében. Az információközlésnek ez a formája különösen a rovaroknál, a madaraknál és az emlősöknél mutat magas fejlettséget. A jeleknek erre a csoportjára is jellemző az, hogy egyes állatok jelfelfogó képessége messze meghaladja az emberét. A különösen magas frekvenciájú, az emberi fül számára érzékelhetetlen ún. ultrahangok alkotják például a denevérek és a bálnák fő kommunikációs jelzéseit.

### 5.2.3. Vizuális információk

Nagy jelentősége van az állatok számára az információközvetítésben azoknak az elektromágneses hullámoknak, amelyek hullámhossza a 400–800 nm-es tartományba esik.

Ez nagyjából a „látható” fény spektruma, tehát ideális közeg információközvetítésre. Az állatok többségénél ennek érzékelésére, egy kisebb csoportnál pedig generálására is speciális szervek fejlődtek ki. Meg kell azonban jegyezni, hogy az információközvetítésnek ez a formája csak periodikus, napszaktól függő érzékelést tesz lehetővé, ami az előző két formával szemben hátrány. De ebben az esetben is szélesebb az információközvetítésre használt spektrum az ember által érzékelhetőnél, gondoljunk csak a lepkék ultrabolyafény-felismerő képességére.

## 5.2.4. Zooszemiotika

Szemiotikai nézőpontból vizsgálva az állatok információs kapcsolatait megállapíthatjuk, hogy a szóba jöhető jelek elsősorban indexeknek felelnek meg, amelyek esetenként ikonjellegűvé váltak, illetve szimptómákká kapcsolódtak össze. Az állatvilágban ezek elegendők ahhoz, hogy a fajok adekvát módon illeszkedjenek környezetükhöz, és az eredményesebb egyedek fennmaradjanak. Érdekes a hangszignálokat abból a szempontból megvizsgálni, hogy ezek mennyiben és mikortól tekinthetők nyelvnek. Karl Bühler felfogása szerint – ahogyan azt az első fejezetben láttuk – a nyelvnek három alapvető funkciója van: ábrázoló funkció (Darstellungsfunktion), parancskiváltó, illetve utasításadó funkció (Auslöse-Befehlsfunktion), és kifejező funkció (Ausdrucksfunktion). A kifejező és az utasításadó funkció, amely az – ebben a tágabb értelmezésben „nyelvként” felfogott – akusztikus jelzésrendszer két első fokozata, az állatoknál is megfigyelhető. A nyelv felhívó, parancsadó funkciója általában szignál (a német Auslöse kifejezés szó szerint arra utal, hogy a „nyelvi jel” ilyenkor kivált valamit). A kifejező funkció szignál- és szimptóma-, de akár ikonikus jelleget is felvehet. A nyelv ábrázoló, reprezentatív, szimbolikus funkciója csak az emberi kommunikáció jellemzője.

## 5.3. Antropogenezis

Az embernél a külvilág leképezése, a környezettel történő információcsere új dimenziókat vesz fel. Azt is mondhatnánk, hogy ezen a szinten egy új világ bontakozott ki. Dawkins ezzel kapcsolatosan egyik könyvében replikációs robbanásról, információs bombáról ír (Dawkins, Richard: Folyam az édenkertből. Budapest, Kulturtrade, 1995. 24. o.). Az ember idegrendszere, jeleken alapuló kultúrája és különálló, szimbólumok által meghatározott saját (világ)képére formált és igényeihez illeszkedő mesterséges világa adja az alapját és jelenti a tartalmát a folyamatban lévő változásoknak. Az idegrendszer, amely eredetileg a különböző sejtek működésének összehangolására szolgáló eszközként jött létre, illetve az élőlény viselkedésének a környezethez történő illesztésére szolgált, az ember esetében a külvilág belső reprezentációs modelljét hozta létre. Ez vezetett el végül annak a szimbólumok által uralt világnak a létrehozásához, amelyben élünk.

Az ember kialakulása mai elképzeléseink szerint körülbelül 7 millió évvel ezelőtt kezdődhetett, amikor az emberszabású majmok és az ember fejlődési vonala szétvált egymástól. Az ezt követő, evolúciós léptékhez mérten antropológiai forradalomnak nevezhető folyamat a Hominidae (emberfélék) családjában játszódott le, amelybe az összes emberfaj beletartozik. A hominidák evolúciójának lehetőségeit nagymértékben kibővítette a két lábon járás azáltal, hogy a mellső végtagokat a járás terhe alól felszabadítva sokrétű tevékenységre tette alkalmassá. A családhoz tartozó **Australopithecus** fajok az emberré válás kihaló ágának bizonyultak. Körülbelül 2,5 millió évvel ezelőtt jelenhetett meg az a másik nemzetség, amelytől – ha nem is egyenes ági és töretlen, de mégis valamennyire folytonos – a mai emberhez vezető evolúciós utat eredeztethetjük. A Homo csoport első tagja „keresztapjától”, a neves antropológus Louis Leakey-től a **Homo habilis** nevet kapta. Az elnevezés annyit tesz, hogy „ügyes ember”, ami arra utal, hogy a leletek szerint ez a faj volt az első eszközkészítő élőlény.

Azt, hogy a Homo nemzetség tagjai teljes mértékben felegyenesedve jártak, újabban a koponyamaradványok komputertomográfiai vizsgálatának segítségével is bizonyították. A belső fülben található félkörös ívjáratok kulcsszerepet játszanak a test egyensúlyának fenntartásában. Az embernél ezeknek az ívjáratoknak a vonulata a felegyenesedett testtartás következtében teljesen különbözik az emberszabású majmokétól. A Homo nemzetség korai fajainál is a modern emberével teljesen megegyező belsőfül-szerkezetet találtak.

A Homo habilis a pattintott kőeszközeit két kő összeütögetésével készítette. Vele kezdődött az ember technológiai tevékenységének első szakasza, a korai őskőkorszak, amelyet az első Homolelőhely, az Olduvai-szakadékvölgy után oldován iparnak neveztek el. Az eszközkészítés a kezek működésének finom koordinációja mellett a megismerő képesség magas szintjét is igényelte. Ezzel együtt az **oldován ipar** „termékei” egyszerűek voltak, és a legfeljebb 800 cm<sup>3</sup> agytérfogató habilis nemzetség meglepően konzervatív eszközkészítőnek bizonyult. Több mint 1 millió évig ugyanazokat az eszközöket készítette. Mintegy 1,4 millió évvel ezelőttről származik az első olyan eszközegegyüttes, amelynek készítői – a leletek bizonyossága alapján – már előre eltervezték az eszközt, és eszerint munkálták meg a nyersanyagot. A franciaországi Saint-Acheul lelőhely után **acheuli iparnak** nevezték el ezt az eszközkészítő kultúrát, amelynek művelői egy újabb, a habilisnál nagyobb agytérfogató faj, a **Homo erectus** egyedei voltak. Ez a technikai korszak is meglehetősen hosszú volt, több mint egymillió évig tartott. A 250 000 évvel ezelőtti **moustier-i ipar** már az ősi **Homo sapiens** formák és a neandervölgyi ember (**Homo neandertalensis**) eszköz kultúrájaként jelent meg. Mintegy hatvan-féle eszközt találtak ebből a korból, amelyek elkészítéséhez „előmunkált” szilánkokat használtak. Ezek az eszközök több mint 200 000 évig változatlanok maradtak, és Richard Leakey szavaival „ez a technológiai állóvíz korántsem a kifejlett emberi szellem munkálkodásáról árulkodik.”<sup>72</sup>

Mintegy 40 000 évvel ezelőtt azonban nagymértékben megnövekedett a technikai találmányosság. Ettől kezdve kőből, agancsból és csontból készített változatos eszközök sokasága lelhető fel. Megjelent a kultusz és a művészet, szokássá vált a halottak eltemetése, barlangfestmények és sziklarajzok készültek, a személyes használati tárgyakon díszítések láthatók. Az utóbbi 50 000 év során olyan kreativitásbeli robbanás történt, ami az ember szimbolikus világának kiteljesedéséhez vezetett.

Ez az időszak volt az, amelynek során „a korábbi időszakokkal ellentétben, amelyekben a megállapodottság uralkodott, most az újítás válik a kultúra lényegévé. A változásokat immár évezredek és nem százezer évek mérik. Ez a felső őskőkori »forradalom« a modern ember szellemi tevékenységének összetéveszthetetlen bizonyítéka.”<sup>73</sup>

Mi okozhatta ezt a felső őskőkori forradalmat? Mitől gyorsult föl az ember szimbolikus világának fejlődése? A fordulópont – a szakemberek egybehangzó véleménye szerint – a tagolt nyelv és ezzel együtt az alkotó tudat megjelenésének hatására következett be.

„Csupán a nyelv törhetett ki a közvetlen tapasztalat börtönéből, amelyben minden teremtmény raboskodik, az idő és a tér végtelen szabadságát nyitva meg előttünk.”<sup>74</sup>

<sup>72</sup> Leakey, Richard: Az emberiség eredete. Budapest, Kulturtrade, 1995. 136. o.

<sup>73</sup> I. m. 98. o.

<sup>74</sup> R. Leakey idézi D. Bickertont. In: Az emberiség eredete. 122. o.

Azok az ősrégészeti bizonyítékok, amelyek közvetve a nyelvi készségek hirtelen megnövekedésére utalnak, a következők:

- A halottak eltemetése, sírok kialakítása
- A művészi kifejezés változatos formáinak megjelenése
- A technológiai újítások ütemének felgyorsulása
- Területi különbségek kialakulása a kultúrában
- Az idegenből származó tárgyak cseréjének első jelei
- A telephelyek területének jelentős megnövekedése

Amikor a nyelv kialakulását, a tudat eredetét kutatjuk, következtetésekre és feltételezésekre vagyunk utalva, mivel a nyelv és a tudat nem fosszilizálódtak. Csupán a koponyamaradványokból, illetve a megtalált eszközökből lehet visszakövetkeztetni a fejlődés lehetséges szakaszaira. Az bizonyosnak látszik, hogy a nyelvi készségek kifejlődése hosszú időt vehetett igénybe. Az emberi agy megnövekedése több mint 2 millió évvel ezelőtt kezdődött, és az Australopithecustól a felső őskőkorszaki emberig háromszoros növekedést eredményezett.

A Homo koponyatöredékekről készített gipszlenyomatokon kimutatható a Broca-mező, azonkívül a bal agyfélteke nagyobb mérete is megfigyelhető. (A bal agyfélhez nemcsak a jobbkezesesség, hanem a verbális képességek is kötődnek!) A korai koponyamaradványokon az ember és az emberszabású majmok agykérgi lebenyeinek különböző méretaránya (embernél a homloklebeny nagyobb, mint a nyakszirti lebeny) is észlelhető. Mindezek azt mutatják, hogy már a korai Homo szótára is gazdagabb lehetett, mint az emberszabású majmok huhogása, visongása és zihálása. Bár a nyelv ősi előfokozatai tartalmukban és szerkezetükben is jóval egyszerűbbek és primitívebbek lehettek a mai nyelvénél, az emberszabású majmokénál jóval fejlettebb információs kapcsolatot tett lehetővé. Richard Leakey feltételezése szerint *„ha a természet szeszélye folytán ma is léteznének még a Homo erectus és a Homo habilis populációi, a beszéd képességének különböző fokozatait észlelnénk a körükben.”*<sup>75</sup>

Ludwig von Bertalanffy szerint is hosszú út vezetett a teljes értékű, tagolt beszéd kialakulásáig: *„Csak egy fecsegő faj képes a szükséges anatómiai felszereléssel együtt a vokális kommunikációhoz eljutni, de még sok minden szükséges ahhoz, hogy a hápogás és a bőgés nyelvvé váljék.”*<sup>76</sup>

Arra a kérdésre, hogy miért jelent meg olyan későn a fejlett beszédképesség az embernél, S. Minthen elmélete kínál egy lehetséges magyarázatot. E szerint az emberi elme különböző feladatokra szakosodott modulokat tartalmazott. Az evolúció során ezek egyre hatékonyabban működtek, de egymástól elszigeteltek maradtak. Minthen három mentális modul létezését tételezi fel. Ezek: a technikai intelligencia, a természetben történő tájékozódóképesség és a társas kapcsolatok kialakítására való hajlandóság és alkalmasság. A fejlődésben az elmélet szerint akkor gyorsult volna fel, amikor a vezérszerepet a társas intelligencia modulja vette át. A majomfélék körében korreláció figyelhető meg az egyes fajokhoz tartozó egyedek agyának mérete és a faj társas kapcsolatrendszerének komplexitása között. A nagyobb csoportokban élő majmok agytérfogata nagyobb, mint a kevesebb közösségi hajlandóságot mutató társaiké.

<sup>75</sup> I. m. 139. o.

<sup>76</sup> In: Bertalanffy, Ludwig von: ...ám az emberről semmit sem tudunk... 28. o.



A csimpánzok esetében megfigyelhető az „elmetaória”: az a képesség, amely az élőlényt alkalmassá teszi annak felismerésére, hogy mások is rendelkeznek hozzá hasonló elmével, elképzelésekkel és vágyakkal. A társas intelligenciára ható szelekció vezethetett el a nyelv finom és hajlékony használatához és az emberi tudat megjelenéséhez.

*„A vadászó-gyűjtőgető életmód kezdetei minden bizonnyal megnövelték a társadalmi sakkjátszma bonyolultságát, amelyben őseinknek győzniük kellett. Akik mesterfokra jutottak e tudományban – akik élesebb képet alkottak elméjükben a külvilágról, éberebb tudattal rendelkeznek –, a társasélet és szaporodás nagyobb sikereit arathatták le. ...a fokozatosan kibontakozó tudatosság újfajta állattá formált minket..., amelyik saját mércejével méri, mi helyes és mi nem.”<sup>77</sup>*

A hosszú biológiai evolúció eredményeképpen az elmében felépülő modellek egyre tökéletesebbek lettek, megjelent a „modern” ember fejlett nyelve és kreatív tudatossága. Minden készen állt ahhoz, hogy megkezdődjön a kulturális és technikai evolúció új, egyre gyorsuló szakasza.

## 5.4. Kulturális és technikai evolúció

### 5.4.1. A Torontói Iskola

Az evolúciós megközelítés kiterjesztésével tovább lehet vizsgálni az információ szerepét az ember világában. Eddig a nyelv megjelenése volt az utolsó olyan átmenet, amelyik a genetikai üzenet megváltozását eredményezte. Úgy is lehet mondani, hogy a nyelv az ember egyetlen extraszomatikus eszköze, amelyik részben genetikailag determinált. Kialakulásával azonban olyan folyamatok indultak el, amelyek jelentős mértékben túllépnek a biológiai evolúción. A kulturális, társadalmi és technikai-technológiai evolúció információfolyama már nem a génekben áramlik. Az információgenerálás és -feldolgozás technikájában egymást követő változások – az írás, a könyvnyomtatás, az elektronikus kép- és hangrögzítés és -továbbítás, valamint a digitális információfeldolgozás – mind a nyelvben gyökereznek.

Az új típusú információs folyamatok történeti vizsgálata során hasznos és jogosult a technikai nézőpontú megközelítés, hiszen az emberi társadalom fejlődésének egyes szakaszai mindig meghatározott eszközrendszer használatához kapcsolódnak. A legismertebb tudományos műhely, amely a különböző információközvetítési technikák társadalmi hatását vizsgálja, a Torontói Egyetemen jött létre, és a Torontói Iskola néven vált ismertté. Jelesebb képviselői közül **Harold Innis** volt az első, aki a technika társadalmi hatásaira felhívta a figyelmet. Megfogalmazta a „kommunikációs elfogultságokról” szóló elméletét, amelynek lényege az, hogy a társadalomfejlődés különböző szakaszai az információfeldolgozás, illetve információtovábbításra szolgáló egy-egy médium dominanciájával jellemezhetők. Innis szerint az emberi társadalom szerveződésében bekövetkező átalakulások, változások fő kiváltója a technika, ezen belül is a kommunikációs technológia területén bekövetkező innováció. Kommunikációs elfogultságok címen 1951-ben megjelent művében<sup>78</sup> a következő fontosabb médiakorszakokat különböztette meg:

<sup>77</sup> Leakey, Richard: Az emberiség eredete. Budapest, Kulturtrade, 1995. 154. o.

<sup>78</sup> Innis, H. A.: The bias of communication. Toronto, University of Toronto Press, 1951.

- A szóbeliség kora
- Az agyag, az íróvessző és az ékírás kora
- A papirusz, az ecset és a képirás kora
- A nádtoll és az ábécé kora
- A toll és a papír kora
- A kézműves módszerekre épülő nyomtatott sajtó kora
- A géppel gyártott papír és a sajtó hatalmi célokra való felhasználásának kora
- A celluloid elterjedése és a mozi kora
- A rádió diffúziójának korszaka

Érdekes, hogy a Torontói Iskola egyik előzménye, szellemi forrása egy jelentős magyar történész, **Hajnal István** munkásságára vezethető vissza. Hajnal István írástörténeti és technikátörténeti munkáiban a technikai változásokat a történelem egyik fontos alakítójának tekintette. Nagy jelentőséget tulajdonított a szóbeliségről az írásbeliségre történő átmenetnek, amely nemcsak a görög gondolkodás és az antik demokrácia fejlődésében volt jelentős társadalmi hatása, hanem a középkorban, illetve a középkorból az újkorba való átmenet során is. Nyíri Kristóf hívta fel a figyelmet arra, hogy Hajnal István a kiteljesedett írásbeliségben észrevette egy új szóbeliség kiindulópontját is.

*„Hajnal előlegezi azt a nyugaton a hatvanas években kibontakozó, mostanára már igencsak befolyásos eszmei áramlatot, amely az európai szellemet mintegy az alfabetikus írás varázsa alatt állóként értelmezi, s a szóbeliséget éppenséggel posztmodern alternatívaként villantja föl. Előlegezi a mondott áramlatot, sőt: egyik forrásául is szolgál annak!”<sup>79</sup>*

Harold Innis 1951-ben megjelent fő művében többször is hivatkozik rá, McLuhan pedig a Gutenberg-galaxis című korszakalkotó könyvében utal Hajnal franciául kiadott könyvére. Walter J. Ong és Elisabeth Eisenstein munkáiban is fellelhető a magyar történész hatása, illetve a rá való hivatkozások.

A technikai vagy médiadeterminizmus jól alkalmazható vizsgálati mód, de tudatosítanunk kell azt, hogy a jelenség mélyebb megközelítéséhez holisztikusabb szemléletmódra van szükség. Olyanra, amelyik nem „monokauzális” hanem a társadalmi jelenségeket rendszerszemlélettel vizsgálja, és magyarázó modelljeiben cirkuláris, dinamikus kauzalitással dolgozik. Az ilyen vizsgálódás az egyes elemek közötti rendkívül összetett kapcsolatrendszer feltárására törekszik, melyeknek a technikacentrikus nézőpont csak egyik – bár kétségtelen, hogy nagyon lényeges – eleme. Varga Barbara az Innis és McLuhan médiaelméletét elemző tanulmányában hívja fel a figyelmet arra, hogy a kommunikációs technológia szférájában végbemenő fejlődés mindig hozzájárult mind az egyén mind a közösség átalakulásához, és hogy a kommunikációs technika területén bekövetkezett fejlődés sok, egymással interakcióban és interdependenciában álló kiváltó faktor egyikeként fontos szerepet tölt be a társadalmi változások alakulásában.<sup>80</sup>

A Torontói Iskola legnagyobb hatású képviselője **Marshall McLuhan**. Kutatói programjának tömör megfogalmazása egyik fő művének címében is megjelenik: **A média megértése**.

<sup>79</sup> Nyíri Kristóf: Hajnal István időszzerűsége. MEK

<sup>80</sup> Varga Barbara: Innis hatásának problémája McLuhan médiaelméletében. In: Jel-kép, 2000/2.

„Szeretném megérteni technológiai környezetünket és annak pszichológiai és szociális következményeit” – mondta egy 1969-ben megjelent interjújában.<sup>81</sup> Műveiben azt vizsgálta, mi játszódik le az agyunkban, amikor befogadjuk az emberi kultúra számtalan történelmi és geográfiai tényező hatására kialakult sokféleségét. Különös képessége volt arra, hogy jellemző dolgokat vegyen észre ott, ahol más csak adatot észlel, vagy semmit sem – írta róla a fentebb idézett interjú készítője. Ez lehet az egyik magyarázata máig tartó hatásának.

McLuhan elmélete szerint a médiumok – tartalmuktól függetlenül – erős hatást gyakorolnak az emberre és a társadalomra. Minden médium – a fonetikus ábécétől a számítógépig – az emberi képességek olyan kiterjesztését jelenti, amely tartós változást okoz környezetében, és magában az emberben is. Ezért a média tanulmányozása során nem elsősorban a tartalommal, hanem a médiával magával és azzal a kulturális közeggel is foglalkozni kell, amelyen belül az adott médium működik.

Míg a prehistoriai vagy tribális ember az érzékek harmonikus, kiegyensúlyozott világában élt, a mai ember mediavilága többszörös transzformáció eredménye. A technológiai újítások kiterjesztették és megváltoztatták az emberi érzékelő képességeket. Az érzékek egyensúlyának megváltoztatása kérlelhetetlenül átformálja azt a társadalmat, amely az illető technológiát eredetileg létrehozta. Szerinte az információs kapcsolatok területén a három alapvető technológiai innováció a fonetikus ábécé kitalálása, a könyvnyomtatás és a távíró feltalálása volt.

„Ma az azonnali kommunikáció elektronikus korában élünk – mondta 1969-ben –, és túlélésünk, kényelmünk és boldogságunk attól függ, hogy megértjük-e új környezetünket, mivel – eltérően a megelőző változásoktól – az elektronikus médiumok kultúránknak, értékeinknek és attitűdjeinknek teljes körű és csaknem azonnali átalakulását okozzák ...Ha megértjük azt a forradalmi változást, amit a média okoz, akkor képesek leszünk előre látni a változásokat és ellenőrizni őket.”<sup>82</sup>

Gondolatainak esszenciája abban a híres és sokat idézett mondatában foglalható össze, hogy „a médium maga az üzenet és nem a közvetített tartalom (the medium itself is the message, not the content)”. Ezt a határozott és provokatív megfogalmazást később finomította, és az 1967-ben megjelent *The Medium is the Massage*-ban már ez olvasható „a társadalmakat mindig is sokkal inkább alakította azon médiumok természete, amelyek révén az emberek kommunikáltak, mint a kommunikációk tartalma.”<sup>83</sup>

## 5.4.2. Információs forradalmak

Az emberi információközlés formájában a tagolt beszéd megjelenése volt az első forradalmi változás. Mint láttuk, ez a folyamat egyúttal az emberré válás fontos katalizátora is volt.

A beszéd kialakulását követően az emberi információfeldolgozásban és az információközlés formájában több jelentős változás történt, amelyeket kommunikációs vagy információs forradalmaknak szoktak nevezni.

Különböző szerzők eltérően tagolják, és különbözőképpen nevezik ezt az egyébként egységes egésznek tekinthető evolúciós folyamatot. Vannak olyanok, akik az informá-

<sup>81</sup> The Playboy Interview: Marshall McLuhan. Playboy Magazine, 1969, March.

<sup>82</sup> The Playboy Interview: Marshall McLuhan.

<sup>83</sup> McLuhan, M.: The medium is the message: an inventory of effects. London, Routledge, 1967.

cióközlés forradalmairól beszélnek, mások a kommunikációs forradalmak kifejezést használják. Általában a következő szakaszokat különböztetik meg:

- A beszéd kialakulása
- Az írás megjelenése
- A könyvnyomtatás feltalálása
- Az elektronikus információörögzítés és információtovábbítás általánossá válása
- A számítógépek kifejlesztése és a számítógépes hálózatok kifejlesztése

Elképzelhető további tagolás is. **Horányi Özséb** például a 2. szakaszt az írásbeliség első korszakának, a 3.-at pedig az írásbeliség második korszakának nevezi.<sup>84</sup> A 4. és az 5. szakasz esetében hasonlóképpen az elektronikus kommunikáció első és második korszakáról beszél. **Fülöp Géza** a két utolsó szakaszt összevonja, és az elektronikus hírközlő eszközök forradalmaként jelöli meg.<sup>85</sup>

Ahogy korábban már említettük, Marshall McLuhan korszakolása szerint három alapvető technológiai innovációról van szó, amelyek jelentős, forradalmasító hatást gyakoroltak az emberi információfeldolgozás módjára.

- A fonetikus ábécé feltalálása
- A mozgatható betűk bevezetése a XVI. században
- A távíró feltalálása 1844-ben

**Pethő Bertalan** a technikai médiumok fejlődéstörténetének különböző generációiról beszél.<sup>86</sup> Ő egy-egy információfeldolgozási újításhoz a társadalom jellemző technológiáit is hozzákapcsolja. Szerinte az első generáció a biológiailag adott érzék- és effektor-szervek alkalmi szerszámai, a kézhez álló eszközök. Itt nyilván a beszéd az információs technika. A második generáció kifejlődését az alfabetikus kézírás megjelenése jelzi. E kor technológiáját az erőátviteli gépezetek, víz és szél munkára fogásával való energia-termelés és a munkaszervezés megjelenése jellemzi. A harmadik generációs médiumokról a könyvnyomtatás feltalálása óta beszélhetünk. Erre a szakaszra az energiaátalakítás, valamint a gépek újabb és bonyolultabb fajtái a jellemzőek. A negyedik generációs technikai médiumokat az energiatranszformáció, jelátalakítás struktúratranszformációs átvitelek és a gépek, a munka, a termelés rendszerbe szervezése jellemzi. (Az információtechnika itt a telefon, a fényképezés és rádió). A mai, ötödik generációs technikai médiumok számítógépesen és kibernetikai tervek szerint működnek, jeltermelés, programszervezés és elektronika jellemzi őket, valamint az a lehetőség, hogy intellektuális hatalomként önállósulhatnak. A 3. és a 4. generáció a „Modern”, míg az 5. a „Modernen túli” fejlődés.

Ha ezek után figyelembe vesszük azt a tényt, hogy az egyes szakaszok – az elektronikán alapuló információs forradalmakat kivéve – hosszú, szerves fejlődés eredményeként érték el azt az állapotot, amelyben hatásukat kifejthették, elmondható, hogy evolúciós léptékű változásról van szó. Tehát az emberi információfeldolgozás, az ember

<sup>84</sup> Horányi Özséb: Az információs társadalom koncepciójától az információ kultúrája felé. In: <http://www.szignummedia.hu>

<sup>85</sup> Fülöp Géza: Az információ. Egyetemi és főiskolai jegyzet. Budapest, ELTE, 1996.

<sup>86</sup> Pethő Bertalan: A modernről – kritikus vonulatában. In: Valóság, 1991/7.

és környezete információs kapcsolatainak alakulása joggal fogható fel egy olyan, 2,5–3 millió évvel ezelőtt elindult, alapjában véve szervesen és lassan változó folyamatnak, amely egyre gyorsult. A metakommunikáció és a tagolatlan, kezdetleges nyelven alapuló információcsere uralta ennek az időintervallumnak legnagyobb részét, itt évmilliókról beszélhetünk. A tagolt, hajlékonyabb közlésre alkalmas beszéd megjelenése 50 000 évvel ezelőtt történhetett. Írásról – a korai formákat is beszámítva – kb. 6000 éve beszélhetünk. A könyvnyomtatás 500 éves múltra tekinthet vissza. Az elektronikus információ-rögzítés és -továbbítás alig több mint 100 éve kezdett kibontakozni. A mikroelektronikán alapuló információs forradalom pedig néhány évtizede elindult jelenség. Látható, hogy a fejlődés kumulatív, és egyre gyorsuló. Az utóbbi fél évezredre esik a három legutóbbi változás, így ennek az időszaknak a kezdetétől, a könyvnyomtatás általánossá válásától joggal beszélhetünk információs robbanástól.

A társadalomtudományok művelőinek fenti felosztásán túlmenően az evolúció-biológusok tovább szélesítik a emberi információs kapcsolatok korszakait, kiterjesztve a biológiai rendszerek kialakulásáig és továbblépve a kozmikus dimenziók felé. **Richard Dawkins** „replikációs robbanás” modelljében például kifejti, hogy az információs robbanás „szülő kódját” a DNS betűiből írták, és hogy az első információs technológia a DNS/fehérje alapú molekuláris információs rendszer. Dawkins olyan modellt szeretne kialakítani, amely a bolygónktól független általános elveken alapul, és kozmikus léptékben is – legalábbis mint munkahipotézis – használható. Áttekinti azoknak a küszöböknek a sorát, amelyeket egy bármilyen bolygón létrejött információnövekedésen alapuló, replikációs rendszernek át kell lépnie, ha határtalanul, kozmikus szinten is folyik az információterjedés. Ezek a következők:

1. A replikátorküszöb
2. A fenotípus küszöbe
3. A replikátorok társulásának küszöbe
4. A soksejtűek küszöbe
5. Az idegrendszer küszöbe
6. A tudatosság küszöbe
7. A nyelv küszöbe
8. Az együttműködő technológia küszöbe
9. A rádióküszöb
10. Az űrutazás küszöbe

Ez a modell a DNS megjelenésével induló információnövekedési folyamatot kiterjeszti a csillagközi térségek „meghódításáig”. Ez utóbbi egyelőre a fantázia világába tartozik, de elvileg lehetséges.<sup>87</sup>

**Maynard Smith** és **Szathmáry Eörs** evolúciós modellje hasonló az előzőhöz. Ők abból a tapasztalati tényből indulnak ki, hogy az evolúció a komplexitás növekedéséhez vezetett, és ez a növekedés olyan változásokhoz kapcsolódott, amelyek az információ tárolási, átadási és értelmezési módját egyaránt érintették. Ezeket a változásokat nevezik az evolúció nagy lépéseinek. A folyamat a replikálódó molekuláktól elindulva jut el a főemlős társadalmakon keresztül az emberi társadalom és a nyelv eredetéig. Hangsúlyozzák **az emberi nyelv és a genetikai kód közötti hasonlóságokat**. Megállapítják, hogy mindkét rendszer korlátlan öröklődést, azaz információnövekedést és információ-átadást biztosít. Véleményük szerint a két rendszerben rejlő legmélyebb azonosság az,

<sup>87</sup> Dawkins, Richard: Folyam az édenkertből. Budapest, Kulturtrade, 1995. 5. fejezet.

hogy kisszámú diszkrét egység lineáris sorozatai kódolják az információkat. Az, hogy az üzenet egydimenziós, szerintük nem feltétlen szükségszerű, bár ez elégséges, és könnyen kezelhető. Az egységek diszkrét, digitális jellege azonban valószínűleg elvileg is elengedhetetlen, mivel *„ha a jelentést folytonos skáláról vett, nem pedig kisszámú osztály valamelyikéhez tartozó jelek kódolnák, akkor fokozatosan elveszne, mint a suttogással továbbadott üzenetek játékában.”*<sup>88</sup>

---

<sup>88</sup> Maynard Smith, John–Szathmáry Eörs: A földi élet regénye. Budapest, Vince Kiadó, 2000. 185. o.

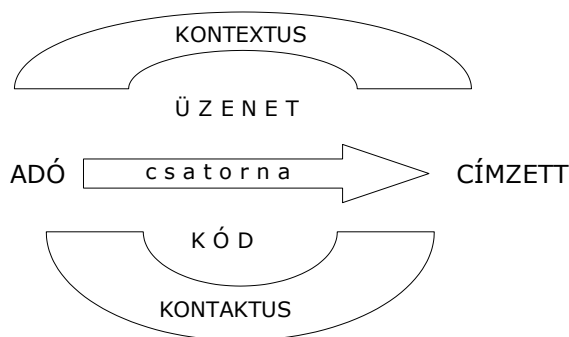


## 6. A nyelvhasználat és a beszéd-kommunikáció

### 6.1. A nyelv információközlési funkciói

Az élőbeszéd, a face-to-face kommunikáció – az információcsere ősi, megszokott formája – a maga ritmikus, többdimenziós információfolyamával az emberek közötti kapcsolattartás legalapvetőbb eszköze. A nyelvhasználaton alapuló információcsere komplex, szélessávú információátvitelt tesz lehetővé. A beszéd folyamat során az akusztikus jeleket vizuálisan észlelhető metakommunikációs, nonverbális jelzések egészítik ki, de a közléssel kapcsolatos érzelmi hangoltság az akusztikus jelekre „ráültetve” is átvihető. A Shannon-féle hírközlési blokksema magyarázó erejét mutatja az a tény, hogy a beszédkommunikációra is jól alkalmazható:

#### A közlési folyamat modellje



18. ábra: A közlési folyamat modellje Jakobson szerint

A nyelvi közlés folyamatmodellje a következő részekből rakható össze: az adó, a csatorna, a kód, az üzenet, a címzett vagy vevő, valamint a modell két integráló eleme, a kontextus és a kontaktus. A kontextus az az összefüggésrendszer, amelyben az információátvitel végbemegy. A beszélők az üzenetek tartalmát abban a szimbólumkörnyezetben értelmezik, ahol a közlés történik, a szituáció, a szövegösszefüggések, illetve a közösen osztott tudás, tapasztalatok és beállítódások alapján. A kontaktus annak a helyzetnek a fizikális, technikai megvalósulását jelenti, amelyben az információcsere lehetősége megteremtődik.

A Shannon-sémán alapuló Roman Jakobson-modell felhasználásával jól megragadható és kifejezhető a nyelvi közlés teljes spektruma, kifejezési lehetőségeinek gazdag tárháza. Jakobson modellje differenciáltabb megközelítést tesz lehetővé, mint a Karl Bühler-féle háromelemes modell, de a két modell bizonyos mértékig komplementer.



Jakobson hat közlési funkciót különböztet meg a nyelvi információátvitel során, nézzük meg sorban ezeket! Az egyes funkciókat elsősorban aszerint vizsgáljuk, hogy mire irányul, milyen szerepe van a kontaktus, illetve a kontextus vonatkozásában.

### 1. Denotatív vagy referenciális funkció

A megismerés-középpontú racionalista felfogás szerint ez a nyelvi információátvitel legfontosabb, elsődleges funkciója. A kontextusra irányul, és abban kap értelmet. Ilyen a mindennapi élet tényeivel, eseményeivel kapcsolatos információk átvitele, tények, vélemények és ismeretek közlése. A tudományos információk közlése is ide tartozik, ebben az esetben a nyelv megismerést szolgáló, kognitív funkciója is érvényre jut.

### 2. Emotív vagy expresszív funkció

Az üzenetnek ez az aspektusa a közlőre, az üzenet adójára vonatkozik. Itt a közlőnek az üzenet tárgyával, a kontextussal, illetve a címzettel kapcsolatos belső reakciói, érzelmek, beállítódásai, a beszélőnek a valóságra és a témára irányuló szubjektív kapcsolatai mutatkoznak meg. Ennek a funkciónak a megnyilvánulásához igen gazdag eszköztár áll rendelkezésünkre. Együttesen paravokális vagy paraverbális elemeknek nevezzük őket, és a nyelvi információátvitel szupraszegmentális vagy ektoszemantikai dimenzióját képezik. A hanglejtés, a hangintenzitás, a hangszín, a hangmagasság stb. tartoznak ide. Ezek azok a nyelvi elemek, amelyek a személyes kommunikáció „hozzáadott” értékét, értéknövelő hatását okozzák. Az elsődleges nyelvi kód másodlagos nyelvi kóddá való átírása során ezek az elemek veszendőbe mennek, illetve csak az irodalmi értékű próza és a költészet képes áttételes és szublimált formában ezeket is megjeleníteni. A nyelvi jelenségeknek ezt a körét a paralingvisztika tudománya tanulmányozza. Ez a nyelvi funkció szorosan kapcsolódik a vizuális, nonverbális, metakommunikációs jelzésekhez, a gesztusok, az arcjáték, a testjelek világának gazdag tárházához. Az emotív hatások elválaszthatatlanok a beszélt nyelv diszkurzív információátvitelétől. Az, hogy milyen mértékben nyilvánulnak meg, sok tényezőtől függ, intenzitásuk széles sávban szabályozható. Esetenként a közlés elsődleges célját jelentik, máskor a beszélő szándékosan próbálja elrejtetni beszédének emotív kísérőjelenségeit. Ilyen jelzéseket szándékosan, félrevezetési, manipulálási célzattal is lehet kelteni.

### 3. Konatív vagy pragmatikai funkció

A nyelvnek ez az aspektusa átfedésben van a Bühler-féle felosztás szerinti felhívó, valamint viselkedésmódosulás kiváltását megcélzó funkcióval. Az üzenet címzettjére irányul, felszólító, utasító, illetve befolyásoló szándékú. Az üzenő az üzenet vevőjét valamilyen cselekvésre szeretné rávenni, illetve állásfoglalásra készíteni. Természetesen ez a funkció is képezheti az üzenet kizárólagos tartalmát, az információátvitel egyedüli célját. Ilyenkor a konatív jelleg explicit megnyilvánulásáról beszélünk. A nyelvi információátvitelnek ez az összetevője implicit formában nagyon gyakran van jelen, ilyenkor inkább a befolyásoló szándék mutatkozik meg – tudatosan vagy tudattalanul. Ősi nyelvi funkció ez, rokonságban van a mágiával (szómágia), a nyelv varázslatos erejében való hittel.

#### 4. A fatikus funkció

A nyelv fatikus funkciója a kontaktusra irányul, célja a beszélők közötti kapcsolat létrehozása és fenntartása. Olyan nyelvi elemeket foglal magában, amelyek a kapcsolat megteremtésére, illetve meglétének ellenőrzésére vonatkoznak. Azt is mondhatjuk, hogy ez a funkció a csatorna működésének az ellenőrzését szolgálja. A vokális telekommunikáció során gyakran irányul a kommunikáció technikai feltételei meglétének az ellenőrzésére. Ez a nyelvi funkció, illetve ennek gyakorlása a beszédnyelvi közlés kizárólagos célja is lehet. Példa erre az olyan beszélgetés, amelynek egyetlen célja, hogy két ember között a hallgatást megtörje. Gyakori és szokásos, kizárólagosan fatikus célzatú információcsere az, amikor a technikai csatorna működőképességének fenntartását biztosítják megszabott eljárásrend szerint lezajló ellenőrzésekkel.

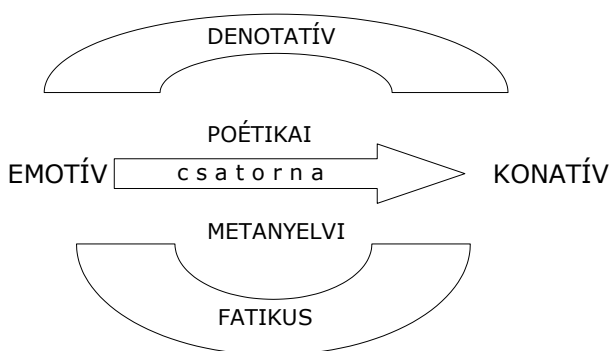
#### 5. A metanyelvi funkció

Az üzenet ilyenkor magára a nyelvre irányul, a kódra, amit közlésre, illetve információtovábbításra használnak. Tulajdonképpen a kontextus egyik eleméről, illetve a kontaktus biztosításának egy másik – ez esetben nyilván nem technikai – szintjéről van szó. A beszélők ellenőrzik, hogy az információátvitel mindkét végpontján ugyanazt a nyelvet használják-e, és a jeleknek ugyanazt a jelentést tulajdonítják-e. Ez az egyik alapvető feltétele az egyértelmű és sikeres kommunikációnak.

#### 6. A poétikai vagy stilisztikai funkció

A poétikai funkció az üzenethez kapcsolódik. Ez a közleménynek az az aspektusa, amelyik információelméleti megközelítésmóddal nem, szemantikai, illetve kognitív módon nehezen és csak elégtelenül elemezhető. Ennek legnagyobb erejű megnyilvánulásai az emberi alkotóerő eredményeként és példáiként mutatkoznak meg. Csúcsa a széppróza és a költészet, amely a nem algoritmizálható eljárások összességét, a kreatív, innovatív, művészi és mágikus nyelvhasználatot jelenti.

#### A nyelv kommunikációs funkciói



19. ábra: A nyelv kommunikációs funkciói Jakobson szerint

Ritka az olyan nyelvi közlés, amelyben a nyelvnek e funkciói közül csak egy-egy nyilvánul meg. Az emberi nyelvhasználat – ahogyan később még utalunk erre – legtöbbször komplex, dinamikus, funkciói pillanatnyi súlyozottságában állandóan változó információfolyamként nyilvánul meg, amely magas fokú kognitív, procedurális és affektív képességeket igényel.

## 6.2. A nyelvi jel

A nyelv jelszerűségével kapcsolatosan Péntek János a következő észrevételt fogalmazta meg:

*„A közlésnek van egy lényeges mozzanata... amikor a csoda végbemegy: az információ (az üzenet) anyagi jelenséggé, dologgá változik, ...és így érzékelhetővé, továbbíthatóvá és felfoghatóvá. Annak, hogy ez a csoda végbemegy, a jel a kulcsa. A csupán érthető gondolat érzékelhető hanggá vagy írásjellé válik.”<sup>89</sup>*

Az emberi kultúra a jelek birodalma. Ebben a bonyolult jelrendszerben a nyelvi jeleknek kitüntetett és meghatározó szerepük van. A nyelv kialakulása tette lehetővé annak a folyamatnak a megindulását és folyamatos előrehaladását, amelyet kulturális evolúciónak nevezünk. Nézzük meg a nyelvi jeleket szemiotikai szempontból!

A nyelvi jelek szimbolikus volta nyilvánvaló. Az elsődleges nyelvi kódban, a beszédben a legelemibb jelenségek a **fonémák**, a másodlagos nyelvi kódban az ezeknek megfelelő betűk. Ezek olyan diszkrét, elkülönült univerzális „építőelemek”, amelyekből bármelyik nyelv bármilyen kifejezése összerakható – s a kódolás során is általában ezeknek megfelelően tagoljuk a kódszavakat. Az, hogy itt **konvencionális jelrendszerről** van szó, szépen megmutatkozik abban is, hogy a különböző nyelvekben ugyanazt a fonémát gyakran eltérő vizuális jelek, betűk jelentik. A tipikus nyelvi jel a beszédben (és az írásban) a szóelem (morféma, saját jelentéssel rendelkező szótag), de a szó, a mondat és a szöveg is jelként fogható fel, jeltermészetű. Az információelmélet és a kódolás szempontjából a fonémák is teljes jogú jelek. Ugyanakkor a fonémának a jelentéshez nincs közvetlen köze, azt a hierarchia magasabb fokán álló jeltest hordozza. Jakobson szerint:

*„Egy fonéma szemiotikai funkciója annak megjelölése egy magasabb nyelvi egységen belül, hogy az egységnek más a jelentése, mint egy egyenértékű egységnek, amely minden egyezés mellett más fonémát tartalmaz ugyanazon a helyen.”<sup>90</sup>*

A nyelv jelei tehát szimbólumok, és az ember szimbolikus világában a nyelvi szimbolizmus meghatározó jelentőségre tett szert. A nyelv szimbólumjellegéből következően a nyelvi jel és tárgya közötti kapcsolat konvencionális. Ha nem így lenne, csak egyetlen nyelv létezne a világon. Ugyanakkor ez az önkényesség evolúciós keretben érvényesül. A nyelv ugyanis evolúciós, történeti képződmény, ebben a folyamatban bizonyos kezdeti, illetve folyamatközi szabad szimbólumválasztások többé nem vonhatók vissza, nem tehetők semmissé. A jeltárgy és a jeleszköz kapcsolatát a beszélő közösség, az adott nyelvet használó csoport több száz, esetenként több ezer éves gyakorlati nyelvhasználat rögzíti. Így a nyelvi jel és az általa jelölt fogalom kapcsolata ha egyszer létrejött, önkényesen nem változtatható meg. Ezt a felismerést úgy is kifejezhetjük, hogy a nyelvi jel konvencionális, de nem arbitráris.

<sup>89</sup> Péntek János: Teremtő nyelv. Bukarest, Kriterion, 1988.

<sup>90</sup> Idézi: Fülöp Géza I. m. 95. o.

A nyelvi jelek konvencionális jellege abban is kifejezésre jut, hogy ugyanazt a valóságot a különböző nyelvek eltérően tagolják. Az egyes szavak egyszerű egymásnak történő megfeleltetése a különböző nyelvek esetében csak ritkán lehetséges. Ez teszi nehezzé a fordítók munkáját, különösen akkor, ha a nyelv poétikai üzenetét szeretnék átvenni egyik nyelvről a másikra. A szimbolikus nyelvi jelek mellett vannak indexikus és ikonikus jelek is. Amikor a Bühler-féle kifejező funkció értelmében történő nyelvhasználatról van szó, akkor – az ok-okozati viszony alapján – a nyelvi jel indexként nyilvánul meg. A konvencionalitás azonban itt is jelen van. Ha nem így lenne, akkor minden nyelvben ugyanazok a fájdalomkifejezések és indulatszavak fordulnának elő. A hangutánzó szavaktól pedig nem lehet elvitatni bizonyos ikonikus jelleget sem. Természetesen ebben az esetben „akusztikus ikonokról” van szó, azaz a nyelvi jel ektoszemantikai sávjában kódoljuk az adott szóval jelölt jelenség számunkra index formában megnyilvánuló „hangképét”.

A **nyelvi jelek evolúciója** során az index és a szimptóma jelenthetik az első, korai stádiumot. A szignálfunkció ezekre természetesen épült rá. Mindezek az állatvilágban is jelen vannak. A szimbolikus nyelvhasználathoz a szignál funkció továbbfejlődése vezetett el. Ez több fokozaton keresztül több százezer év alatt történhetett, egyre összetettebb és éppen ezért a valóságot egyre hajlékonyabban modellező eszközt hozva létre. Az agyban felépülő reprezentációs modellek egyre tökéletesebb megfelelést tettek lehetővé a külső- és a belső világ valósága között.

A beszédben megnyilvánuló jelrendszer a nyelv. Saussure, a szemiotológia egyik atyja világosan megkülönböztette a kettőt egymástól. A *langue*, a nyelv maga, a „társadalmilag intézményesített” jelrendszer, a „kód”, míg a *parole*, a beszéd pedig az, ami a nyelvből a beszédaktus során egyénileg megnyilvánul.<sup>91</sup>

### 6.3. A beszédképesség biológiai alapjai

Az előző fejezetben beszéltünk arról a finom kölcsönhatásrendszerről, amelynek során az agy növekedése, komplexitásának fokozódása, működésének tökéletesedése és a beszédképesség fejlődése a kultúrát létrehozó ember kialakulásához vezetett. Az emberi nyelv megjelenése igen nagy horderejű változás volt, amely alapvetően megváltoztatta ember és természet viszonyát.

*„A nyelv valóban szakadékot teremt a homo sapiens és a természet között. A tagolt hangok vagy fonémák képzésének képessége csak kicsit fejlettebb, mint az emberszabású majmoknál: nekünk ötven fonémánk van, az emberszabású majmoknak egy tucat. Ugyanakkor lehetőségünk e hangok változtatására gyakorlatilag végtelen. Elrendeződésük, újrendeződésük hozzávetőleg százezer szavas szókészlettel ajándékoz meg egy átlagos emberi lényt, s ezek a szavak is végtelen számú mondatra fűzhetők.”<sup>92</sup> Következésképpen a Homo sapiens oly gyors, részletes közlésre, gondolatgazdagságra képes, ami egyedülálló a természetben.”<sup>93</sup>*

<sup>91</sup> A kettő együtt: *language* (hangzásnak ejtve), nincs magyar megfelelője, de néha nyelvezetnek fordítják.

<sup>92</sup> Ez a szám kicsit nagyvonalú, hiszen a magyar nyelv nagy értelmező szótára 80 000 szótári egységet tartalmaz. Arany János szókincse kb. 30 000 szóból állt. Persze, ez a szám attól is függ, hogy mit tekintünk egységnek.

<sup>93</sup> Leakey, Richard In: i. m. 124. o.

A nyelv mindazonáltal nehezen közelíthető meg a kutató értelem számára: „A nyelv minden szellemi képességünk közül a legmélyebben szorult a tudat küszöbe alá, a legkevésbé hozzáférhető az ész számára... Nem tudunk olyan időről, amikor megvoltunk nélküle, még kevésbé tudjuk, hogyan tettünk szert rá. Mikor az első gondolat megfogamzott agyunkban, a nyelv már ott volt.”<sup>94</sup>

Az újabb kutatások eredményeképpen nyilvánvaló számunkra, hogy a beszédre való képesség az ember veleszületett sajátossága. A beszédképesség bizonyos anatómiai adottságokhoz kapcsolódik. A hangképző és a hangérzékelő szervek kialakulása jelenti azt a „makrostruktúrát”, amely a beszédet lehetővé teszi. Az ember képes a hangok széles skálájának előállítására, mivel a gégeje mélyen, lent helyezkedik el a torokban, és felette nagy hangkamra alakult ki. Ezzel szemben az emberszabású majmoknál – az összes többi emlőshöz hasonlóan – a gége a torok felső részén található, ami ugyan lehetővé teszi, hogy egyszerre nyeljenek és lélegezzenek, de hangképzésüket ez korlátozza. Egyedül az emberre jellemző hangképző apparátus „konstrukciója” olyan, amely a finoman tagolt, tökéletes beszédet lehetővé teszi.

Figyelemre méltó, hogy az emberi újszülött gégeje is a torok felső részén foglal helyet, ami a szopás miatt szükséges (hogy egyszerre tudjon inni és lélegezni). 18 hónapos kor után kezd lesüllyedni, és ez a folyamat 14 éves korig befejeződik. Ezalatt a gyermek beszéde egyre tökéletesebb és kifejezőképesebb lesz. A gyermek egyedfejlődése során így néhány év alatt mintegy „megismétli” azt az utat, amit az emberelődök évmilliók alatt tettek meg. A gége helyzetére a porc és izomszöveteknél jóval maradandóbb koponyaontok jellegzetességei alapján is lehet következtetni. A koponyaalap alakjának íveltsége a fosszilis hominidák hangképző képességét jelzi. Az Australopithecusok koponyaalapja lapos, és az emberszabású majmokéval mutat rokonságot. A 400 ezer–300 ezer évre visszamenő presapiens koponyamaradványok már a mai ember hangképző jellegzetességeire utalnak. Ugyanakkor már a Homo erectus fajoknál is fellelhető a beszélő emberre utaló hajlat. A Homo erectus maradványokban a gége helyzete egy mai 6 éves gyermekének felel meg. Tehát az anatómiai bizonyítékok a nyelv kialakulásának, a nyelvi készség fokozatos fejlődésének korai, a Homo fajoknál történő kezdetére utalnak.

Az agyban kialakultak a beszédértést és beszédképzést szolgáló szenzoros és motoros működéseket koordináló, vezérlő, szabályozó neuronstruktúrák is. Ezek egyfajta „szervező” rendszer alkotnak, és a beszédet lehetővé tevő anatómiai mikrostruktúrákat képezik. A legérdekesebbek azonban azok a genetikusan előreprogramozott idegrendszeri struktúrák és folyamatok, amelyek a fogalmi gondolkodást, szimbolikus nyelvi jelek alkotását és azok egymáshoz kapcsolását teszik lehetővé. A beszéd tehát valójában az ember agyában történik. Úgy tűnik, hogy az emberi agyban előprogramozott formában jelen van a valóság jelképzéssel és jelek összekapcsolásával történő modellezésének a képessége. Ez a mikrostruktúra nemcsak a környezet akusztikus szignáljainak hatására aktiválható, hanem más jelzésekkel is – gondoljunk csak a süketnémák kézjelekkel történő kommunikációjára.

A kisgyermek nyelvtanulása nem úgy kezdődik, hogy megtanulja bizonyos hangok képzését. Az ember örökli a hangok képzésének képességét. Minden emberi lénnel vele születnek azok a programok, amelyek eredményeképpen 150–200 beszédhang kimondására képesek vagyunk. A hangképző szerveknek az a koordinációja, amely e hangok képzéséhez szükséges, genetikailag rögzül. Ebből a készletből választódik ki az a kb. 50

<sup>94</sup> Leakey, Richard idézi D. Bickertont In: i. m. 124. o.

hang, fonéma, amelyet az adott nyelv használ. Az anyanyelvi környezet tehát bizonyos programokat megerősít, másokat nem, így a kiválasztottak rögzülnek. Szelekció történik, és mint minden szelekciós folyamatban, itt is nagyobb a választék annál, ami megmaradva rögzül. Az anyanyelv tehát nem más, mint olyan neuronális mikrostruktúra, idegrendszeri mátrix, amelyik egy bizonyos nyelvi környezet hatására formálódik olyanná, amilyen.

A nyelv speciális „szervnek” tekinthető. A nyelv biológiai alapjaira vonatkozó elképzelések és tudományos modellek alkotói közül **Noam Chomsky** neve a legismertebb. Az általa megfogalmazott generatív nyelvelmélet szerint a beszédkészség alapjai genetikailag rögzülnek. Minden természetes nyelvben korlátozott számú ún. rekurzív szabály van, ezeknek az összessége az ún. generatív (egyetemes) nyelvtan. Ezeknek az általános szabályoknak a segítségével korlátlan számú mondat képezhető és érthető meg.

Elménkben velünk született, genetikailag adott nyelvismeret, kompetencia található. Ezt az erős biológiai determinációt bizonyítja az is, hogy a kisgyermek bármely emberi nyelvet képes megtanulni. Ebből azonban az is következik, hogy ebben az esetben genetikailag ugyan rögzült, de nagymértékben nyitott tanulási programról van szó.

Két kérdés vetődik fel ezzel kapcsolatban. Az egyik kérdés az ember filogenezisére vonatkozik, és így hangzik: hogyan volt lehetséges az emberi nyelv evolúciója során az, hogy az egyre fejlettebb változatok genetikailag is rögzülhettek. Magyarázható-e ez anélkül, hogy feltételeznünk kellene a szerzett tulajdonságok öröklődését? A másik kérdés az egyedfejlődésre irányulóan az, hogy hogyan tesz lehetővé a genetikai alapok bármelyik nyelv megtanulását?

Az első kérdésre a genetikai beépülési tanulási modellje adhat választ. Nézzük meg közelebbről, mit takar ez a fogalom! Ha egy szelekciós előnyt biztosító komplex idegrendszeri struktúra kialakításáért kizárólag a gének felelősek, akkor nagyon kicsi a valószínűsége annak, hogy ez véletlen mutációk és rekombinációk eredményeképpen jelenjen meg. Ha a tanulás alakítja ki, az egyén életének megszűnésével a szerkezet elvész. Ha viszont feltételezzük azt, hogy a struktúra egy részét a gének állítják be, más része próbálkozás és tanulás révén rögzül, akkor, aki „eltalálja” a megfelelő kombinációt, sikeresebb lesz, több utódot hagy hátra a következő nemzedékben. Minél magasabb a gének által meghatározott beállítások száma, annál kisebb időt igényel és annál valószínűbb a többi helyes beállítás. Ha a genetikát tanulással kapcsoljuk össze, akkor azok a tulajdonságok, amelyek az egyedi élet során tanulással alakíthatók ki, beépülhetnek az agy genetikai alapszabásába. Ilyen esetekben a tanulás a megfelelő irányba terelheti a természetes szelekciót. Ez a **genetikai beépülési modell** segíthet megmagyarázni a nyelv elsajátítását lehetővé tevő képességeink genetikai rögzülését és evolúcióját. Ezt a modellt erősíti az a nyelvi-nyelvhasználati újításokkal szembeni kézenfekvő követelmény is, hogy azok a meglévő idegrendszeri struktúrákkal „kompatibilisek” legyenek. Ehhez a változásoknak fokozatosan, kis lépésekben kellett történnie.

*„Ha a kommunikációs készség fejlődése növelte a fitnesszt, akkor azoknak lett a legtöbb utódja, akik a leggyorsabban voltak képesek megtanulni az új nyelvtani trükköket, így a kezdetben megtanult nyelvtani újítások beépülhettek a genomba”.<sup>95</sup>*

A második kérdés megválaszolásához először elevenítsük fel kiinduló feltételezésünket.

---

<sup>95</sup> Maynard Smith, John–Szathmáry Eörs: A földi élet regénye. Budapest, Vince Kiadó, 2000. 182. o.

A mai ember nyelvi készségeket generáló agyi struktúráinak egy része genetikailag rögzült, éspedig jóval nagyobb mértékben és több információtartalommal, mint ahogyan a kevésbé hajlékony és kevésbé tagolt nyelvet használó emberelődök esetében volt. A beszédtevékenységünk alapfunkcióiért felelős információk tehát genomunk részét képezik. Másrészt a magas szintű nyelvhasználat fiziológiai hátterét képező neuronális kapcsolatok nagy része az adott kultúrának, az anyanyelvi környezetnek megfelelően alakul ki az egyedi élet során. Van tehát egy apriori, genetikailag rögzült agyi „huzalozás” és egy erre ráépülő, aposteriori, a tapasztalás hatására kialakult finom kapcsolatrendszer. Ez utóbbinak a kialakítása nem tetszés szerint történik, hanem előre programozott ütemtervnek megfelelően a kisgyermek korai életszakaszában. Az ember legbonyolultabb személyes eszköze, nyitott „megismerőszervének” a kialakítása olyan nehéz feladat, hogy megoldásához az agy „előrehuzalozott” része mellett szükség van külső ingerekre, az anyanyelvi környezetre is. Amikor az ember veleszületett beszédtanuló rendszere működésbe lép, az idegsejtek axonszállainak növekedése, szétterjedése, bonyolult kapcsolataik kialakulása akusztikus külső ingerek által keltett impulzusokkal ütemezve történik. Az eredmény: az ismert világegyetem legbonyolultabb szerkezete, a beszédgeneráló és beszédértő emberi agy.

## 6.4. A beszédfolyamat

A beszédképesség tehát a gének és a környezeti hatások összjátéka következtében ki-  
fejlődő adottságunk. Feltehető a kérdés: milyen elemekből tevődik ez össze? Melyek azok az alapfunkciók, amelyek lehetővé teszik számunkra a beszédet?

Általánosan elfogadott, hogy öt lingvisztikai kulcskompetenciáról beszélhetünk:

1. A lexikális kompetencia, azaz a tartalom- és funkcióhordozó szavak ismerete.
2. A szintaktikai kompetencia, amely a szavak értelmet hordozó összefűzéséhez szükséges grammatikai képességeket jelenti.
3. A szemantikai kompetencia a mondottak értelméért és a megértésükre való képességért felelős.
4. A fonetikai kompetencia a beszédhangok képzésének, kimondásának képességét jelenti.
5. A prozódiai, intonációs kompetencia a beszédfolyam megfelelő tagolásához szükséges képességeket foglalja magában.

Ezekhez még három további, társadalmi kompetencia társul:

6. Kognitív kompetencia
7. Pragmatikai kompetencia
8. Szociális kompetencia

A kognitív kompetencia a megismerést szolgáló nyelvhasználatot teszi lehetővé. A pragmatikai kompetencia a beszéd célszerű felhasználásához elengedhetetlen. Szociális kompetencia alatt a megfelelő beszédhelyzetek kialakításához szükséges kapcsolatteremtő képességeket értjük. Beszédhelyzetben ezek a kompetenciák működésbe lépnek, vezérlik és szabályozzák mondanivalónk megformálását és kifejezését.

Azt is meg kell vizsgálnunk, hogy hogyan tagolódik, milyen alrendszerekből tevődik össze az a bonyolult szuperrendszer, amit nyelvnek nevezünk. Abból kell kiindulnunk, hogy hierarchikusan épülő rendszerről van szó. Minden alrendszer saját elemekkel és kombinációs szabályokkal jellemezhető. Felfelé haladva az egyes szinteken egyre össze-

tettebb nyelvi jelekkel és a közöttük lehetséges kapcsolatokat definiáló egyre komplexebb viszonyokkal találkozunk.

A legalsó szint a **rítmus**, amely meghatározott, periodikus agyi aktivitásokon alapul.

A következő szint a **fonémák rendszere**. Ezek az elemi hangoknak olyan absztrakt osztályát jelentik, amelynek tagjai bár beszélőktől függően, kontextusonként és az időben változnak, mégis eléggé hasonlítanak egymáshoz – és különböznek más fonémaosztály tagjaitól – ahhoz, hogy azonosítani lehessen őket. A fonémák a nyelv alapegységei, a beszédhangok pedig ezek beszédbeli megfelelői. A fonémák segítségével tudjuk a jeleket megkülönböztetni, így a fonéma nem más, mint a nyelvi jelek elkülönítésének legkisebb egysége.

A beszéd folyamat az információátvitel fizikai formában történő megnyilvánulása. A spontán beszéd az emberi agy korábban már említett munkaplatformjában szerveződik. Egy-egy ilyen szintaktikai egység 2-3 másodpercig tart, majd következik egy kb. 0,5 másodperces szünet, amely alatt a következő szintaktikai egység tervezése, összerakása történik, amely aztán a következő 2-3 másodperces intervallumban kiviteleződik, és így tovább, amíg a beszéd folyamat tart. A szünet gyakran paralingvisztikus vokalizációval töltődik ki. Bizonyítható és megfigyelhető, hogy az emberi agy 2-3 másodperces jelenvalóság-tárolóiba a verssorok is beleillenek. Az, hogy a költők úgy reprezentálják az információt, hogy az a jelenvalóságnak és összetartozásnak ezekbe az agyban felnyíló ablakaiba beleillő legyen, nem tudatosan történik. Ez a költők „implicit”, tapasztalati, veleszületett tudása. Az információfelvétel során a beszéd spontán, természetes ütemére hangolódik rá a beszédértelmező rendszer. Ha valaki hosszan és monoton módon olvas fel egy szöveget, akkor ezt a természetes rendet sérti, így a hiányzó szövegtagolás, az elmaradt frazeálás miatt nem tudunk kellően koncentrálni. Ilyenkor az információátvitel nem jó hatásfokú.

Feltehető az a kérdés, hogyan történik a kontinuitás kialakítása, a mondottak értelmének megértése?

Az agyműködésre jellemző antropológiai konstansok szintjén ez úgy értelmezhető, hogy minden ilyen ablakban foglalt információ automatikusan kapcsolódik az előzőhöz tartalmilag. Ez a szemantikai egymásra vonatkoztatottság adja az összefüggőség és folytonosság szubjektív érzését. A formális agyi struktúrákat természetesen nem érezzük, csak a tartalmakat, és ezek egymásra vonatkoztatottsága okozza, hogy értelmes összefüggő egészként értelmezzük az információfolyamatot.

A beszéd szemantikai és szintaktikai szegmentálása mögött a nyelv – és a beszéd folyamat – alapelemeinek, a beszédhangoknak a szekvenciális folyama, lineáris elrendezettsége rejlik. Minden fonémának van egy variációs intervalluma, és a beszédhangoknak – amelyek fonémaváltozatok – ebben az intervallumban kell elhelyezkedniük ahhoz, hogy képesek legyünk felfogni, és értelmezni őket. Az értelmezés műveletét megnehezíti az, hogy az egymást követő akusztikus jelek egymásba hatolnak és komplex hangfolyam alakul ki. Az adott nyelvet ismerő értelmező bizonyos fokú észlelési invarianciával rendelkezik, így számára az összefonódott beszédhangok diszkrét és invariáns elemekként azonosíthatók. Ez viszont megszűnik, ha nincs jelen emberi megfigyelő. Ezért olyan nehéz a spontán emberi beszéd megértésére képes rendszerek megépítése.

A beszédhangok egymásra következése, a beszéd szegmentális sávja hordozza a beszédkommunikáció szemantikai jelentését. Ez adja az információátvitel denotatív, illetve konatív funkcióját. Az információátvitelnek ez a sávja digitálisnak is tekinthető.



Ugyanakkor a hangfolyam – a nyelvi jelrendszer konvencionális jellegétől függetlenül – más információk átvitelére is alkalmas, de analóg módon. Ezek olyan információk, amelyek a beszélő belső állapotáról, a kommunikációs helyzetre és az átvitt információkra vonatkozó vélekedéséről, a beszédhelyzet körülményeiről informálják a vevőt. Ezek az információk esetenként szándékoltan hangsúlyosak, máskor semlegesek, és sem az adó, sem a vevő nem fordít rájuk különösebb figyelmet. Az is előfordul, hogy információcsere közben leplezni próbálják az esetleg árulkodó jelzéseket, de lehet őket tudatos megtévesztésre is használni. Ezeket az információkat a hangszín, a hanglejtés, a hang nyomatéka, időtartama és intenzitása hordozza. A hangokból arra is következtethetünk, hogy a beszélő honnan származik, milyen környezetben él stb. Ezen kívül még nem diszkurzív, „experimentális” szimbólumként is szolgálhat a hangfolyam.<sup>96</sup> Éles, pattogó hangok képzésével katonás keménységet, gügyögéssel gyerekeséget, raccsolással előkelőséget stb. szimbolizálhatunk. Valamennyi, ebbe a kategóriába tartozó jelzést a beszéd fizikai csatornája, a levegőrezgés folyamatosan változtatható tulajdonságai hordozzák. A jelzéseknek ezt a körét ektoszemantikai tényezőknek, a beszédfolyam szupraszegmentális sávjának nevezzük. Tehát a beszédfolyammal történő információátvitel egyszerre analóg és digitális jellegű.

A következő egység a **szótag**, amely nem jelentéstani, hanem akusztikai egység. Olyan hangcsoport, amelyet egyszeri szájnyitással mondunk ki.

**Morfémának** nevezzük azt a legkisebb fonémaszekvenciát, amelynek saját jelentése van. A fogalom nyelvészeti és szemiotikai értelmében ez a tulajdonképpeni nyelvi jel. A morféma funkciójuk alapján fogalom-, illetve viszonyjelölők lehetnek, míg alakjuk szerint szavak és toldalékok.

A következő szint a **lexéma**, amely szót jelent.

A **glosszéma** morfémaiból összerakott, mondatépítésre alkalmas beszédbeli egység. Raggal ellátott szó, amely saját jelentésén túl mondatban való viszonyt is kifejez.

A **szintagma** szó szerkezet, két glosszéma meghatározott kapcsolata.

A **mondat** pedig a legmagasabb szintű részrendszer, szintaktikai és szemantikai szempontból egyaránt egységet alkot. *„A mondat tehát alulnézetben önálló funkcionális egység, felülnézetben viszont a legkisebb egység, amely a nyelvi kommunikáció folyamatában csak a beszédben, a szöveg szerkezeti keretében nyer igazi értelmet, töltheti be feladatát”* (Fülöp, 1994).<sup>97</sup>

A szöveg olyan szóbeli vagy írásbeli közlés, amely mondatokból áll. *„Ez a nagyságrend a kommunikáció valódi közege: gondolatainknak társadalmilag érvényes formába öntött és mások számára érzékelhetővé tett közvetlen valósága.”*<sup>98</sup>

## 6.5. Elsődleges és másodlagos szóbeliség

Az emberi nyelv, az embernek az élővilágban egyedülállóan finom nyelvhasználati képessége hosszú evolúciós fejlődés eredménye. Ebből a szempontból különösen fontos volt a kulturális evolúció kezdeti szakasza. Nézzük meg, mi lehetett az oka annak, hogy az ősi embercsoportokban ilyen fejlett agy és hajlékony kommunikációs eszköz alakult

<sup>96</sup> Bertalanffy, Ludvig von i. m. 37. o.

<sup>97</sup> Fülöp Géza i. m. 96. o.

<sup>98</sup> Fülöp Géza idézi Deme Lászlót In: i. m. 96. o.

ki? Mi okozta azt a szelekciós nyomást, amely intelligens, kreatív emberi agyak kifejlődéséhez vezetett?

Mai elképzelések szerint a megoldás kulcsa a társas kapcsolatok fejlődésében keresendő. Richard Leakey így ír erről:

*„Az embercsoportok mindennapi élete szellemileg megerőltetőbb volt, mint gondolnánk, a főemlős élet társas kapcsolatainak rendszere nagy szellemi kihívás, és az ennek következtében kialakult kreatív intellektus elsődleges szerepe a társadalom összetartása volt.”<sup>99</sup>*

*„A Homonemzetség kialakulását kísérő jelentős változások az agy nagyságában és felépítésében, a társas szerveződésben, valamint a létfenntartás módjában feltehetőleg a tudatszint fejlődését is maguk után vonták. A vadászó-gyűjtögető életmód kezdetei minden bizonnyal megnövelték a társadalmi sakkjátszma bonyolultságát, amelyben őseinknek győzniük kellett. ...a fokozatosan kibontakozó tudatosság újfajta állattá formált minket. Olyan állattá, amelyik saját mércéjével méri, mi helyes és mi nem.”*

Arra vonatkozóan, hogy miben is állt ez a társas sakkjátszma, Francis Fukuyama könyvében olvashatunk részleteket:

*„Az ember környezetének legfontosabb és legveszedelmesebb része nagyon hamar a többi ember lett, és emiatt nagyon gyorsan a szociális interakciót elősegítő kognitív képességek kifejlesztése lett az evolúciós fitness legdöntőbb követelménye. Ahogy a versengés egyre inkább emberi csoportok között folyt, kialakult egy fegyverkezési versenyhelyzet, amelyben igazából nem volt határa a szociális élet által megkövetelt intelligenciaszintnek, hiszen a versenyben részt vevő többi játékos ugyanolyan gyorsan fejlesztette értelmét. A legfontosabb – és a kognitív fejlődés szempontjából a legnehezebb – egy olyan értékelőképesség, amelynek segítségével az ember a beszélgetőtársa múltbeli és jelenlegi viselkedése alapján meg tudja ítélni, hogy a jövőben mennyire lesz szavahihető és megbízható...”<sup>100</sup>*

A korai társadalmi játszmák szinterei később a **törzsi társadalmak** világában folytatódtak. Ebben még mindig a beszéd volt az információcsere – nem verbális metakommunikációval kiegészített – eszköze. McLuhan ezt a fejlődési szakaszt a szóbeliség korának, a törzsi ember világának nevezi, és így ír róla:

*„A fonetikus ábécé kialakulása előtt az emberek kiegyensúlyozott és szimultán érzéki hatások világában éltek. Zárt, törzsi világban, egy orális kultúra mély és rezonáns rejtettségében, amelyet elsősorban az auditív érzékelés strukturált. A hallás – szemben a »hívvös« és »semleges« látással – szenzitív, mindent magában foglaló, a kölcsönös függőségek törzsi hálózatainak fenntartója. A kommunikáció elsődleges médiuma a beszéd volt – és mivel senki sem tudott másnál jelentősen többet vagy lényegesen kevesebbet –, az individualizmus és a specializáció nem bontakozhatott ki. Ebben a világban a beszéd fogta át az akusztikus tér mélységeit, a mítosz és rituálé dominált. A törzsi ember auditív-taktilis világa implicit, szimultán és mágikus, a mítosz és a rituálé mintái szerint szerveződik. Értékei istenektől erednek, és ezért megkérdőjelezhetetlenek. Minden kultúrára jellemző egy érzékeléspreferencia, és a törzsi világra az íz- és szagérzékelés, valamint a tapintás és hallás primátusa volt jellemző.”<sup>101</sup>*

<sup>99</sup> Leakey, R. idézi N. Humphreyt. In: i. m. 148. o.

<sup>100</sup> Fukuyama, F.: A nagy szétbomlás. Budapest, Európa, 243. o.

<sup>101</sup> In: The Playboy Interview: Marshall McLuhan.

McLuhan tanítványa, **Walter J. Ong** az írásbeliség által nem érintett kultúrát és gondolkodást **elsődlegesen szóbelinek** (primary orality) nevezte. Ennek az elsődleges szóbeliségnek a nyelve más szemantikát és logikát sugall, mint az írásbeliségé. A beszéd szituációfüggő, a mondott szó jelentése még elsősorban az a jelentőség, amelyre a beszédaktus során, a cselekedetekbe és helyzetekbe beágyazva tesz szert. A gondolkodás operacionális, konkrét célok, fizikai műveletek alapján szerveződik. A tiszta szóbeliség embere nem gondolkodik a nyelvről. A lokáltság és a jelen dominanciája jellemzi a kommunikáció terét és tartalmát. Az elsődlegesen szóbeli kultúrákban a gondolatok megőrzésében és felidézésében nagy szerepe van a mnemotechnikának, a mnemonikus mintáknak.

*„Gondolatainknak erősen ritmizált, kiegyensúlyozott alakzatokban kell megjelenünnük, ismétlésekben vagy ellentétekben, ...visszatérő jelzős szerkezetekben, bevett tematikus környezetben. Szóbeli kultúrákban ...rögzített kifejezések adják a gondolkodás szubsztanciáját.”<sup>102</sup>*

Hajnal István így írt az orális kultúra világáról:

*„A közösség, amely így kialakulhat, még jórészt a személyes élmény érintkezésében áll egymással, bár a szó már sosem látott emberekről, szokásokról is hírt adhat. Az ember élete oda van növe társaiéhoz, környezetéhez, a természethez: együtt él föld és ember.”<sup>103</sup>*

Az írásbeliség megjelenése és különösen a könyvnyomtatás elterjedése megváltoztatta ezt az eredeti szóbeliséget, másfajta beszédet és más gondolkodást generált.

Az elektronikus kommunikáció eszközei újabb változást hoznak: bizonyos mértékig visszatér a szóbeliség korai szerepe. Ezt Ong **másodlagos szóbeliségnek**, „second orality”-nek nevezi. *„... az új szóbeliség feltűnő hasonlóságot mutat a régivel: részvételi misztikájában, a közösségi érzés fokozásában, a jelen pillanatra történő összpontosításában, még az állandó fordulatok használatában is.”<sup>104</sup>*

Hajnal István jóval korábban szintén érezte ezt a fordulatot:

*„Az írás érintkezéseszköz a telítettség korában jár: felvett már mindent magába, ami azelőtt a hangnyelv birtoka volt... Önmaga szerepét kezdi bevégzetté tenni ezzel. ...az írásbeliség egyoldalú szerepének meg kell szűnnie, ismét a szóbeliség a vágyunk.”<sup>105</sup>*

Akár az elsődleges, akár az írott nyomtatott szövegre reflektáló, akár az azon túllépő, az elektronikus médiumokkal összefonódott másodlagos szóbeliségről beszélünk, nyilvánvaló: a nyelv – kifejlődésétől kezdődően – a társadalom megtartó erejét, összetartó vázát képezi. A továbbiakban próbáljuk meg összefoglalni, milyen konkrét szerepe, funkciói vannak a nyelvnek a társadalom életében, működésében és fejlődésében!

## 6.6. A nyelv társadalmi szerepe

A nyelv társadalmi képződmény, a társas élettel járó információs kapcsolatok, az interperszonális kommunikáció eszközeként alakult ki. Korábban megvizsgáltuk már, hogy hogyan fejlődhetett a korai embercsoportok társas kapcsolataiban a mai, kifinomult

<sup>102</sup> Ong, W. J.: Orality and literacy. London–New York, Methuen, 1983.

<sup>103</sup> Hajnal István: Írásbeliség és fejlődés. In: Replika, 30. szám.

<sup>104</sup> Ong W. J. i. m.

<sup>105</sup> Idézi Nyíri Kristóf. In: Hajnal István időszerűsége...

eszközzé. Most nézzük meg azt, milyen szerepet tölt be a nyelv a mai emberi társadalomban!

Bár a nyelvhasználat teljes területét maradéktalanul lefedő egyértelmű és logikailag kifogástalan csoportosítás nem létezik, mégis célszerű összefoglalni a nyelv társadalmi funkcióit egy egyszerű felosztásban.<sup>106</sup> Eszerint öt alapvető funkciót különböztetünk meg, amelyek a következők: közlő, közvetítő, kumulatív, jogi-erkölcsi szabályozó és kulturális funkció.

- *Közlő funkció:* A nyelv a társadalomban információk, ismeretek, tapasztalatok, eszmék átadását, gondolatok cseréjét teszi lehetővé.
- *Közvetítő funkció:* Akaratunkat, érzéseinket, vágyainkat a nyelvi eszközök segítségével tudjuk „átvinni”, közvetíteni más emberek felé. Az érvelés, a meggyőzés, de egyúttal a manipuláció és a félrevezetés eszköze is a nyelv. A nyelvnek ez a szerepe a konatív, illetve emotív funkciók révén valósul meg a társadalomban.
- *Kumulatív funkció:* A nyelv egy közösség kollektív memóriarendszere is. Segítségével halmozódtak fel az előző generációk tapasztalatai, összegyűjtött tudása, kulturális teljesítményei, művészete. A nyelvi közeg a történelmi folytonosság és a történelmi tudat létrehozója.
- *Jogi-erkölcsi szabályozó funkció:* A nyelv nem kizárólag tudást és tapasztalatot közvetít és halmoz fel, hanem irányítja a társadalomban élő emberek viselkedését is. Magatartási normákat, értékeket, példákat örökít át, amelyek hatással vannak ránk, befolyásolják cselekvéseinket, szabályozzák mindennapi életünket. „Gondolatainkat formálva a nyelv egész egyéniségünket, jellemünket is formálja”.<sup>107</sup>
- *Kulturális funkció:* A nyelv kulturális képződmény, évezredek át csiszolódott szellemi érték. A kultúra szervezője, és a szellemi tevékenység inspirálója. A kultúra éltető közege a kommunikáció, és ennek legfőbb (bár nem egyetlen) eszköze a nyelv. Főleg nyelvi formában él a mitológia, az irodalom és a tudomány. Az emberi közösségek intellektuális fejlődése, a kulturális evolúció a nyelvhez kapcsolódik. A társadalom tagjai számára az anyanyelv teszi lehetővé a nemzeti kultúrába történő bekapcsolódást és a szellemi értékek megismerését.

---

<sup>106</sup> Péntek János: Teremtő nyelv. Bukarest, Kriterion, 1988.

<sup>107</sup> Fülöp Géza: i. m. 93. o.



## 7. Írás, könyvnyomtatás, olvasás

### 7.1. Az írásbeliség társadalmi hatásai

Verba volant, scripta manent – a szó elszáll, az írás megmarad. A latin mondás annak a jelentős következményekkel járó változásnak a lényegét ragadja meg, amelyet az írás megjelenése eredményezett az emberi társadalmak fejlődésében. Az előző fejezetből megtanultuk, hogy a beszédkézség és a nyelv kialakulása hogyan katapultálta az embert az állati lét állapotból egy olyan szférába, amelyben az addig csupán a természet részeként létező ember önálló szubjektív, tudatos entitásként különült el a természettől. Az anyag öntudatra ébredve rácsodálkozhatott a világra, és – másokkal is megosztható módon – feltehetette kérdéseit saját létezésének céljára és értelmére, a világ mibenlétére vonatkozóan. A tudatos ember létezésének első, hosszú periódusa – a törzsi ember szóbeliségén alapuló kultúrája – azonban statikus, megállapodott, konzervatív, igen lassú haladású volt. Az írás megjelenése volt az a találmány, amely tovább lendítette az immár öntudatra ébredt természeti lényt. Az írással vette kezdetét a kulturális evolúció új, erősen kumulatív és egyre gyorsuló szakasza, amely mára az információrobbanásban tetőzik. Hajnal István a következőt írta a folyamatról:

*„Amíg a szóbeliség uralkodott, a társadalom szerkezettagjai, részecskéi sima gépke-rekekként, egymást épp csak érintve, egymás mozgását fel sem véve forogtak egymás mellett. Az írás fogazottá tette e kerekeket, mind finomabban: s az önálló alkatrészekből mozgásukat egymásra átvivő, egymást módosító alkatrészek lettek.”<sup>108</sup>*

A továbbiakban azt fogjuk megvizsgálni mit jelentett az emberi társadalom számára az írás megjelenése, és miben állt az a változás, amelyet magával hozott!

1. Lazult a genetikai determinizmus, és felgyorsulhatott az emberi társadalom fejlődése.

Tudjuk, hogy az emberi nyelv és az elsődleges nyelvi kód, a beszéd megjelenése még a biológiai evolúció fejleménye, ezért ezeknek a képességeknek fontos elemei rögzültek a genetikai kódban. Az ember ezen új képességeinek kifejlődése olyan hosszú időt vett igénybe, hogy ez elegendő volt ahhoz, hogy a génekbe íródjon. A másodlagos nyelvi kód, az írás elsajátításának alapjai azonban nincsenek, illetve csak sokkal közvetettebben vannak meg a génekben. A testünk szerkezetét és működésmódját leíró genetikai üzenet csak lehetővé teszi az írás – és az olvasás – megtanulását, de ezek az új információkezelő tulajdonságok nem íródtak vissza a génekbe. Az emberiség végérvényesen kilépett a biológiai determináció kizárólagos hatása alól, és felgyorsult a szerzett tudás átörökítésére alapozott kulturális evolúció folyamata. A nyelvhasználat és a beszédképesség elsajá-

---

<sup>108</sup> Hajnal István: Írásbeliség és fejlődés. In: Replika, 30. szám.

títása során még számíthatunk genetikai örökségünk segítségére, az írás és az olvasás megtanulása során azonban nagyobb saját részvállalásra van szükségünk.

## 2. Új lehetőségek nyíltak meg az emberi kommunikáció hatókörét illetően.

Az írás leképezi, rögzíti a gondolatot, és látható formába önti a beszéd által hordozott üzenetet. Olyan horderejű változás történik ezáltal, hogy az írástörténész Jack Goody így csodálkozik:

*„Az a felismerés, hogy egy beszédhangot egy grafikai szimbólummal helyettesíthetünk, olyan elképesztő ugrása a képzeletnek, hogy nem az a meglepő hogy későn történt, hanem hogy egyáltalán megtörtént.”<sup>109</sup>*

Az írás folyamatának eredményeképpen valamilyen felületre felvitt grafikai szimbólumok az üzenetet rögzítik és megőrzik. Ez az új kommunikációs csatorna az idő és a tér korlátaitól függetlenné teszi az információk továbbítását. Gondoljuk át ennek a jelentőségét: a beszéd is kiterjesztette a közlési lehetőségeket, hiszen segítségével fel lehet idézni térben és időben távoli eseményeket, fel lehet vázolni elképzelt jövőbeli történeteket, közvetlenül nem érzékelhető vagy nem is létező dolgokat. Mindehhez azonban az adó és a vevő közös akusztikus térben történő egyidejű tartózkodása szükséges. Az írás ezt a korlátot is megszüntette, és lehetővé tette azt, hogy a bárhol és bármikor megszületett gondolat, elhangzott dialógus tetszőleges helyen és időben, bármikor felidézhető legyen. Az új információtovábbító technikának köszönhetően társaloghatunk Szókratész-szel és Rotterdami Erasmussal, megismerhetjük Luther 1517-ben született gondolatait, és megtudhatjuk, milyen tudattartalmakat adtak át egymásnak egy távoli országban vagy a szomszéd épületben egy olyan társalgás résztvevői, amelynek mi nem voltunk személyes résztvevői. Az írás rendkívüli mértékben kitágította az ember horizontját. Thienemann Tivadar irodalomtörténész erről a következőképpen fogalmazott:

*„Az írás az időben elhangzó mondatot a térben jelekkel rögzíti, és a beszélő embertől elválasztott objektív és látható valósággá teszi. ...Az írott betű hatalma abban rejlik, hogy a pillanatnyilag elhangzó és elmúló beszédet kiragadja az idő múlandóságából... a térnek és időnek ismeretlen messzeségeibe elhangzóvá fokozza.”<sup>110</sup>*

## 3. Lehetővé vált a nyelv kifejezőképességének bővülése, és az ember megismerő tevékenységének mélyülése és szélesedése.

A szóbeliség korának kommunikátora az üzenet átvitele során támaszkodhatott a beszédet kiegészítő és kísérő nem verbális metakommunikációs jelzésekre és a beszédfolyam által hordozott paraverbális információkra is. Az írás esetében a közlés és a befogadás közös személyes kontaktusának hiánya azonban szükségessé tette, hogy a másodlagos nyelvi kód, az írott szöveg átvegye ezeknek a funkcióknak egy részét. Az írásos üzenet megfogalmazója részéről ez olyan szintaktikai és lexikai apparátus kifejlesztését igényelte, amely az elvont elemző gondolkodás új szintjének kialakulásához vezetett. A befogadó részéről pedig olyan, a látható formába öntött üzenet mondanivalójának rekonstrukciójához szükséges mentális képességek kifejlődéséhez volt szükség, mint a

<sup>109</sup> Goody, Jack and Watt, Ian: The consequences of literacy. In: Literacy in Traditional Societies. Cambridge, 1972.

<sup>110</sup> Thienemann Tivadar: Irodalomelméleti alapfogalmak. Budapest, 1931.

reflexió, a kritikai elemzés, az üzenet szintaktikai, szemantikai és konceptuális összefüggéseinek megértése. Az orális kommunikáció közvetlen, személyes kontextusa mellett, azon túl egy olyan új típusú kontextus bontakozott ki lassan az írásbeliség évszázadai során, amelyben a kifejezhető és absztrahálható tudattartalmak hasonlósága, a felek érdekeinek, érdeklődésének és értékrendszerének megegyezései váltak egyre inkább meghatározóvá.

#### 4. Az írás megváltoztatta a társadalom működését.

Megváltozott az írott szöveg szerepe, funkciója is, és ez visszahatott a másodlagos nyelvi kódot használók gondolkodására és magára a beszédkommunikációra is. A beszédhangok vizuális jelekké történő átalakítása mintegy objektíválta a belső reprezentációk világát, és ezáltal új távlatokat nyitott meg a gondolkodás előtt. Ong így írt erről „Szóbeliség és írásbeliség” című összefoglaló munkájának előszavában:

*„A gondolkodásnak és kifejezésnek számos olyan vonása, amelyet magától értetődőnek véltünk az irodalomban, a filozófiában és a tudományban, sőt az írástudók szóbeli diskurszusában is, nem közvetlenül veleszületett tulajdonsága az emberi létezésnek mint olyannak, hanem azon lehetőségek következtében jött létre, amelyeket az emberi tudat számára az írás technológiája tett elérhetővé.”<sup>111</sup>*

Hajnal István a racionális gondolkodás elterjedésében tulajdonít nagy szerepet az írásnak:

*„A természetes, nyelvszerű gondolkodás és az írás egybeolvadása egy új, írásbeli gondolattechnika kialakulását jelentette. Az írás az ember külső-belső életét elevenen kíséri, objektíválja és ezzel megfigyelésre képessé teszi. ...okszerű gondolkodásra ösztönöz, komplikált gondolatépítést tesz lehetővé.”<sup>112</sup>*

Marsall McLuhan így értékelte az írás hatását és jelentőségét:

*„Az írás katapultálta az embert a törzsi kötelékből, intenzívé tette és felerősítette a vizualitást. A fonetikus írás szemantikailag jelentéstelen betűi ugyancsak önmagukban jelentés nélküli hangoknak megfelelővé teszik, hogy egy marék betű valamennyi nyelv összes jelentését kifejezhesse. Ez láthatóvá tette a beszédet, különválasztotta az embert és az objektív világot, létrehozta a látvány és hang kettősségét. A látvány, a hang és jelentés szétválása jelentős pszichológiai hatással járt. Az értelem szekvenciális és lineáris rendben kezdi besorolni és osztályozni, kategorizálni az adatokat, és mivel a tudás alfabetikus formában terjedt ki, megjelöli és csoportokba rendezi a dolgokat, munkamegosztást, szociális tagozódást és tudáskülönbségeket hoz létre. A tapasztalatok feldolgozásának új módszere lehetővé tette a cselekvések és formaváltások jelentős felgyorsulását. Ez volt a titka a nyugati ember kiemelkedésének.”<sup>113</sup>*

## 7.2. Az írás kialakulása

Tudatosítanunk kell azt is, hogy a fonetikus írás nem egy csapásra jelent meg, hanem különböző előformáit azonosíthatjuk a történelemben, amelyeket pre-alfabetikus írásokként foglalhatunk össze. Tágabb értelemben ebbe a körbe tartoznak a barlangfestmények

<sup>111</sup> Ong W. J.: i. m.

<sup>112</sup> Hajnal István: Írásbeliség és fejlődés. In: Replika, 30. szám.

<sup>113</sup> In: The Playboy Interview: Marshall McLuhan.



és a sziklarajzok is. Írásról akkor beszélhetünk, amikor az ember belső mentális reprezentációjának tartalmait, a valóság összefüggését, saját vélekedéseit és pszichikai állapotait különböző vizuális – rajzolt, festett, karcolt, vésott – jelek segítségével másokkal tudatni képes.

A legrégebbi írásos emlékek közé tartoznak azok az agyagtáblák, amelyeket a mezopotámiai Uruk város területén végzett ásások során találtak. Az ezeken azonosítható jelzések nyelvi kontextus nélküli szimbólumok, amelyeket gazdasági összefüggések leírására használtak.

Az írás legősibb formájának a képírás (piktográfia) tekinthető. A piktogram még képmás, ikonikus szimbólum, amely emlékeztet arra a dologra, amelyet jeleznek vele. Bizonyos fokig nemzetközi jellegű, hiszen az írásképek közvetlenül utalt az ábrázolt tárgyra, jelenségre, dologra. Az egyiptomi hieroglif írás is képírás jellegű.

A következő fokozat a fogalomírás (ideográfia) volt. Az ideogrammak már szorosabb kapcsolatban állnak az adott fogalom nyelvi kifejezőjével, azonban a nyelvi gondolatot és nem a nyelv hangjait fejezik ki. Minden fogalomhoz külön írásjel tartozik. Jeleinek értelmezése „közmegegyezésen” alapul, ugyanakkor a jeleknek nincs rögzített hangértéke. Ez az írásfajta ma is él, például a kínai írásban. A fogalomírás vezetett el a szóíráshoz, illetve a szótagíráshoz. A jel és a jelölt szó hangalakja itt már összekapcsolódott.

A betűírás a hangzó beszéd lehető legpontosabb vizuális visszaadására képes. A diszkrét, elemi hangegységeket vizuális jelekké kódolja, leképezi a beszéd finomszerkezetét. Éppen ezért a gondolatok majdnem olyan finom és hajlékony kifejezésére képes, mint az emberi beszéd.

A betűírásnak több korai formája létezett, de a görögöknél alakult ki a legtokéleesebb változat. Mivel a hangjelek konvencionálisak, ezért az egyes nyelvek esetében eltérőek, így a betűírásnak nincs mindenki számára érthető jelentése, csak az adott nyelvet ismerők értik. A görögök a főníciai ábécé betűit vették át, és azt továbbfejlesztve alakították ki saját 24 betűs ábécéjüket. Nem véletlen, hogy az ókori Görögország tekinthető a fonetikus írás kifejlesztőjének. A prealfabetikus írásrendszerek bonyolultak és ezoterikusak voltak, használatuk elsajátítása nehéz és időigényes volt. Az írástudás a beavatottak kiváltsága volt, és az uralkodó elit hatalmának fenntartására szolgált. A betűírás már az írás demokratizálását jelentette, így nem véletlen, hogy a korai demokrácia őshazája, Görögország volt a világ első alfabetizált társadalma.

Az írni tudás és demokratikus politikai jogok gyakorlása a Kr. e. 509-ben Kleiszthenész által bevezetett cserépszavazásban, az osztrakiszmoszban kapcsolódott össze. A demokrácia ellenségeinek megjelölése titkos szavazással történt úgy, hogy az új információs technika felhasználásával a veszélyesnek tartott athéni polgárok nevét cserépdarabkára írták. Azonban ez a módszer azt is lehetővé tette, hogy ártatlan polgárokat száműzzenek a városból. Megmutatkozott, hogy az új kommunikációs technikával vissza is lehet élni.

### 7.3. Az olvasás

Az írás feltételezi az olvasni tudást is. Ez az ember neuronális információfeldolgozó apparátusának igen komplex, összehangolt működését igényli. Az emberi agy legnagyobb része a vizuális információk feldolgozásával foglalkozik. Különösen intenzív az agy működése figyelmes, elmélyült olvasás közben. Amikor olvasunk, villámgyorsan

adatokat, szimbólumsorozatokat táplálunk be az agyi információfeldolgozó rendszerbe, amelyeket az agy szintetizáló és integráló működése többféleképpen értékel ki. Az információkat strukturáljuk, beépítjük meglévő tudásrendszerünkbe, így építjük ki és bővítjük ún. explicit, szemantikai, analitikus tudásunkat. Az így összegyűjtött tudás és a kialakítását szolgáló tevékenység elsősorban a bal agyféltekéhez kötődik. Ez az agyrész a logikus verbális működések központja.

A felvett információk alapján azonban képzelőerőnk is működésbe lép, és egy sajátos intuitív képvilágot alkotunk. Ennek az agyi tevékenységnek központja a jobb agyfélteke. Ennek az agyrésznek a működése az implicit, személyes, érzelmi kapcsolatokkal átszőtt, intuitív és képszerű, ún. epizodikus tudásvilág központja. A szemantikus és elemző tudást kiegészíti a képszerű, holisztikus valóságfelfogás. Az olvasás közben mindkettő működik, módosul és épül, egymással állandó kölcsönhatásban.

Ahhoz, hogy ez a rendszer jól működjön, megfelelő agyi neuronális mikrostruktúrára van szükségünk, amelyek kialakulásának feltételeiről az idegrendszerrel részletesebben foglalkozó részben már beszéltünk. Ott elmondtuk, hogy az idegrendszer érési folyamata során vannak kritikus periódusok, amikor a megfelelő külső ingerhatások elengedhetetlenek a teljes értékű információfeldolgozó rendszer kifejlődéséhez. Ilyen külső megerősítések alakítják ki a nyelvhasználó, beszélő és olvasó ember agyának mikrostruktúráját is. A beszédfejlődés és az olvasás képességének ablaka egymást követően nyílik, és – feltevések szerint – a beszéd esetében 10 év körül, az olvasás esetében 13–15 év körül záródik ez az ablak.<sup>114</sup>

Az olvasás a modern ember legalapvetőbb kognitív kompetenciája: az olvasott ember tudja jól értelmezni az új médiumok üzeneteit. A műveltség fogalma elválaszthatatlan az olvasástól, és az olvasás általános képessége nélkül jól működő tudásra épülő társadalom el sem képzelhető.

#### 7.4. A könyvnyomtatás társadalmi hatásai

Az írás hatása akkor erősödött valóban történelemformáló erővé, amikor a könyvnyomtatást feltalálták. **Francis Bacon**, a nagy angol filozófus már az újkor hajnalán felismerte a könyvnyomtatás jelentőségét, mert fő művében, a **Novum Organum**ban így írt:

*„Észre kell vennünk három jelentős, az ókorban ismeretlen felfedezésnek az erejét, hatását és következményeit. A világ arculatát és állapotát a nyomtatás, a puskapor és az iránytű változtatta meg.”<sup>115</sup>*

A korábban már idézett Marshall McLuhan is ezt a felfedezést találta a modern Európa létrehozásában a döntő hatásnak. Erre vonatkozó elképzeléseit többek között a Gutenberg-galaxis című művében fogalmazta meg. Egy későbbi interjújában az alábbiak szerint szólt erről:

*„Ha a fonetikus ábécé aknaként csapódott be a törzsi ember világába, a nyomtatás 100 megatonnához hidrogénbomba-ként hatott. Ez volt a fonetikus írás végső kiterjesztése. A szabványos, ismételhető nyomtatás alkalmazásával addig elképzelhetetlen mértékben és gyorsasággal lehetett információkat terjeszteni, Az új médium a látás abszolút domi-*

<sup>114</sup> Az olvasás sokáig „hangos” volt, azaz nem ismerték a néma olvasást. A középkorban alakult ki az olvasásnak ma is uralkodó csendes, néma, személyes, befelé forduló változata.

<sup>115</sup> Bacon, Francis: *Novum Organum*, Aphorism 129.

*nanciájához vezetett az információfelvevőtellet illetően. Az emberben lévő képességek speciális, erőteljes kiterjesztésével átformálta fajunk környezetét, pszichológiáját és szociális világát. Közvetlenül vezetett olyan jelenségek kialakulásához, mint nacionalizmus, reformáció, futószalag és ipari forradalom, a világegyetem kartézianus és newtoni koncepciója, perspektivikus ábrázolás a művészetben, kronologikus narratíva az irodalomban, introspekció és befelé tekintés, individualizáció és specializáció. A nyomtatás volt az első gépesített mesterség,<sup>116</sup> az ember szervezett munkatevékenységének mechanikus kiterjesztése, minden ipari fejlődés archetípusa és prototípusa.”<sup>117</sup>*

McLuhan egyik tanítványa, **Elisabeth Eisenstein** egyik alapvető művében (*The Printing Press as an Agent of Change: Communications and Cultural Transformation in Early-modern Europe*) részletesen elemezte a könyvnyomtatás szerepét a modern Európa kialakulásában. Számos példán keresztül mutatja azt be, hogy hogyan változtatta meg a nyomtatás az információk gyűjtésének, tárolásának, előkeresésének, elemzésének, felfedezésének és elterjesztésének módszereit. Véleménye szerint az újkor három nagy szellemi áramlatának, a reformációnak, a késői reneszánsznak és a tudományos forradalomnak egyik fő okozója a könyvnyomtatás feltalálása és elterjedése volt.

**Martin Luther** a reformációt elindító téziseinek 95 pontját latinul és kézírással írta, de miután kiszögezte a Wittenbergi várkapolna kapujára, lefordították németre, sok példányban kinyomtatták és így terjedt el Németországszerte. 1517 és 1525 között a Németországban kiadott könyvek harmadának szerzője Luther volt. A protestantizmus gyors elterjedése szempontjából nagyon fontos volt az, hogy a Biblia nyomtatott szövegéhez, annak különböző változataihoz nyomtatott formában bárkinek hozzá lehetett férni. Ez adott lehetőséget arra is, hogy a különböző szövegváltozatokat elemezzék, és azokat egymással, valamint az egyházi emberek kijelentéseivel összehasonlítsák.

Míg a kéziratos kiadványok elkészítése időigényes volt, ezért kevés példányban léteztek, és így ki voltak téve annak a veszélynek, hogy a bennük foglalt információ örökre eltűnik, a nyomtatás megjelenésével ez a veszély megszűnt. A „tipográfiai rögzítettség” (typographical fixity) lehetővé tette a tudományos ismereteknek, adatoknak a korábbinál jóval hatékonyabb gyűjtését. A nyomtatott könyv – a kézzel írt kódexekkel szemben – standardizált termék volt, amelyet lehetett kritizálni, bővíteni, kiegészíteni, hozzátenni, újra kiadni. A könyvek eredményezték a tudásnak azt a jelentős mértékű akkumulációját, amely először a tudományos, majd a technikai, ipari és társadalmi forradalmak kiváltásához vezetett. A könyvnyomtatás következtében a tudás új koncepciója született. A dogmatikus jellegű zárt tudás, amelyet féltékenyen őriztek, és szertartásszerűen adtak tovább egymásnak a generációk, átváltozott egy nyitott, a kritikát és kutatást inspiráló, folyamatosan megújuló rendszerré, amelyben az ismeretszerzés horizontja folyamatosan tágult.

Becslések szerint a nyomtatás első 50 évében 35 000 könyv, több mint 20 millió kötet jelent meg. Ezeknek nagy része latin nyelvű volt. A latin mellett azonban egyre nagyobb szerepet kaptak a nemzeti nyelvű kiadások, és nemsokára kisebbségbe kerültek a latin nyelvű könyvek. 1575-ben Párizsban például a könyvek többsége már francia nyelvű kiadás volt. A könyvek növekvő mennyiségét egy idő után már nem lehetett fejben számon tartani. Megszületett tehát a számbavétel máig élő eszköze, a bibliográfia. Az

<sup>116</sup> Az első szériatermék a nyomtatott könyv volt. Elmondhatjuk, hogy a sorozatgyártást Gutenberg találta fel.

<sup>117</sup> In: *The Playboy Interview: Marshall McLuhan*.

első bibliográfia Gesner Konrad Bibliotheca Universalisa volt, amely 1545-ben jelent meg.

A nyomtatás elterjedése nem maradt hatástalan a beszédre sem. A nyomtatott szövegek eleinte lassan terjedtek, a társadalom nagyobbik része még hosszú ideig továbbra is a szóbeliség állapotában maradt. Ők az írott, illetve nyomtatott szövegek tartalmát is elmondás vagy hangos felolvasás révén ismerték meg. A nyomtatás megjelenését követő évszázadokban azonban Európa társadalma lassan író és olvasó, ún. literátus társadalommá vált. A fél évezrede kezdődött Gutenberg-galaxis létrehozta a tipográfiai embert.



## **8. Az elektromosságon alapuló távközlés, a hang- és a képrögzítés, a tömegkommunikáció**

### *8.1. A Marconi-konstelláció kibontakozása*

A 19. században leleményes feltalálók a fizika felfedezésire, a műszaki és a természettudományok újabb eredményeire építve, azokat részben továbbfejlesztve új típusú információrögzítő és -továbbító eszközök és eljárások sokaságát hozták létre. A fizikus és tudománytörténész J. D. Bernal szerint a történelemben a villamosság és a mágnesség története volt az első példa arra, hogy kísérletek és tudományos elméletek rendszeréből technika és nagyipar fejlődik ki. Az első tisztán tudományos ipar az elektromosipar volt. Harold Innis előző fejezetben ismertetett technikai determinista társadalomelméletének egyik alaptétele az, hogy az új technikai vívmányokat mindig a kommunikációban alkalmazzák először. Míg a mechanika korát a nyomtatás vezette be, addig az elektronikáét a távíró.

A 19. század közepétől kezdődően az elektromos, illetve elektromágneses jelenségek, valamint az optikai képalkotás és a kémiai képrögzítés új információ forradalmat idézett elő. Ezúttal is – akárcsak a beszéd és az írás megjelenésekor – újabb korlátoktól szabadult meg az emberek közötti információtovábbítás.

A beszéd kialakulása lehetővé tette, hogy a kommunikációban részt vevő partnerek a szimbólumok szintjén kilépjenek az információcsere konkrét téridejéből, és időben vagy térben távoli, illetve elképzelt dolgokat jelenítsenek meg egymásnak. A beszéd folyamat ugyanolyan egyszeri, átmeneti, dinamikus jelenség, mint az agyban lejátszódó folyamatok, azzal a különbséggel, hogy azok extraszomatikus kivetítéseként az elgondolt és közlésre szánt agyi tartalmakat a jelenlévők számára is érzékelhetővé teszi. Amikor őseink rájöttek arra, hogy az egyszeri, dinamikus beszéd folyamat, illetve a fogalmi gondolkodás lineárisan rendezett vizuális jelekkel statikusan rögzíthető – mint láttuk előbb –, új térbeli és időbeli csatorna jelent meg a történelemben: az írás. A szóbeli kommunikátum „elillanó természetű” szignifikánsa megfelelően formált fizikai szubsztanciátörédekben kódolva kerül itt befogásra, és elvileg akár az idők végezetéig fennmaradhat ebben az állapotában. Egy korábbi téridőben elgondolt tudattartalmakat vagy egy kommunikációs aktus során felidézett információkat kódolni és rögzíteni lehetett, és az így létrehozott kommunikátum tetszés szerinti téridőre hagyományozható illetve elszállítható, és ott felidézhető. Ez a csodaszerű jelenség olyan nagy horderejű változás volt az ember kulturális evolúciójának feltételrendszerében, a társadalom fejlődésében, hogy – amint az előző fejezetben részletesen kifejtettük – az egész emberi társadalmat alapvetően átalakította.

A 19. században aztán még egyszer megtörtént a csoda: az emberi információcsere eszköztára újabb, soha nem sejtett lehetőségekkel bővült. E század feltalálói azzal kísérleteztek, hogyan lehetne az egy adott téridőben történeteket közvetlenül, eredeti megjelenési formájukban egy másik téridőben felidézni, illetve megjeleníteni. A szimbólumok

helyett indexek, szignálok és szimptómák rögzítésére, illetve továbbítására, a hatás közvetlen átvitelére törekedtek. A valóságról készült leírás helyett annak közvetítése a cél, írás helyett beszéd, grafika és festmény helyett maga a látvány a rögzítési és átviteli törekvések tárgya. Az elektromosság és az elektromágneses hullámok ideális „médiumnak” bizonyultak ezeknek a törekvéseknek a realizálásához. Az új álom alig 100 év alatt maradéktalanul megvalósult. Idézzük fel a folyamat néhány kulcselemét!

Az első lépés a **távíró feltalálása** volt. **Samuel Morse** 1837-ben szabadalmaztatta üzenetek villámgyors távolsági átvitelére alkalmas elektromos készülékét. A zseniálisan egyszerű ötlet az volt, hogy a vezetékben folyó elektromos áram felhasználható jelek továbbítására.

A távíró (telegráf) – mint ahogy a neve is jelzi – még részben a korábbi írásos jelrendszer terméke. A gyakorlatilag azonnali átvitelt biztosító elektromos áram csupán arra szolgál, hogy a kommunikátum anélkül kerüljön át egy másik téridőbe, hogy fizika hordozóját oda kellene szállítani. Ehhez egy újabb kódolási lépésre és az így kapott jel továbbítására alkalmas közegre volt szükség. Az információátviteli lánc tehát ebben az esetben: gondolat – (beszéd) – írás – Morse-jelek – elektromos áramingadozás – Morse-jelek – írás – (beszéd) – gondolat. Az üzenet az egyik térrészben az egyik lineáris szkevinciális kódból átíródik egy másikba, és a csatornán villámgyorsan továbbítódik egy másik helyre, ahol megtörténik a visszairás az eredeti kódba.

Az emberi hang közvetlen átvitele vezetéken már az új kommunikációs eszköztár teljes értékű tagja, első képviselője. A vezetékes hangátvitel során kimarad az ember fentebb említett kódoló és dekódoló tevékenysége. A szóbeli kommunikátum elillanó természetű szignifikánsa itt nem kerül „befogásra”, hanem közvetlenül átvivődik egy másik térrészbe. A hanghátas, a beszéd-folyam a maga fizikai valójában kerül átvitelre a csatornán, a hang által keltett levegőrezgés fizikai paramétereivel analóg áramingadozások formájában. A másik térrészben az áramerősség ingadozásai mechanikus rezgéseket indukálnak, és az ezek által keltett levegőrezgések eredményeképpen megszólal az átjutott hang. Megtörténik a csoda: a beszélőknek nem kell azonos helyen lenniük, mégis beszélgethetnek egymással. Átütő erejű újítás ez az információközlés területén: a kommunikáció térbeli korlátja eliminálódik, és az egymástól elkülönült kommunikációs terek helyett megjelent a horizonton az egész földgolyóra kiterjedő közös akusztikai tér lehetősége, a globális falu víziója.

**Graham Bell**, aki az első, már használható telefon konstruktöre volt, a philadelphiai centenáriumi világkiállításon mutatta be készülékét a nyilvánosságnak. 1876. június 25-én II. Péter, Brazília császára felfigyelt a készülékre. *„Bell kísértelt az erkélyre és a mikrofonba bement a szokásosan mosolyt keltő, pontatlan Hamlet-idézetét ... A császár döbbenet meredt a vasdobozos készülékre, és önkéntelenül felkiáltott: »Uramisten – ez beszél!»”*<sup>118</sup>

Nem keltett ennél kisebb meglepetést egy másik feltaláló, **Thomas A. Edison** találmánya sem, amellyel rácsafolt az ősi latin szentenciára: Verba volant, scripta manent. Edison készüléke, a **fonográf** úgy emelte ki a beszéd-folyamot a konkrét tér-időből, hogy egy finom mechanikai rendszer segítségével a levegőrezgéssel analóg fizikai lenyomatot készített, amelyről aztán – a folyamatot megfordítva – bármikor, bárhol, akárhányszor megszólalhatott az eredetivel megegyező hang!

<sup>118</sup> In: Greguss Ferenc: Élhetetlen feltalálók, halhatatlan találmányok. Budapest, Móra, 1985.

A feltaláló készülékét 1877. december 7-én mutatta be a Scientific American főszerkesztőjének, aki a következőképpen írta le az eseményt: „Miféle játékszer csináltál, Tom? – kérdeztem. Edison maga elé húzta a gépet, és elkezdte forgatni. Ekkor legnagyobb meglepetésemre a gép megszólalt. »Jó reggelt, hogy vannak uraim? Mi a véleményük a fonográfról? Én jól vagyok. Jó éjszakát kívánok!« Ha azt mondom, hogy meglepődtem, ez aligha fejezi ki azt, amit éreztem.”<sup>119</sup>

Míg a telefon az információátvitel térbeli korlátját szüntette meg, addig a fonográf az időkorlátot is legyőzte. A szóbeli kommunikáció beszédfolyama az elhangzás akusztikai teréből bárhova átvezetővé vált, és az eredetivel egyszerre máshol is megszólalhatott, illetve keletkezésének közegéből „kiemelve” bármely téridőben újra közvetlenül felidézhetővé vált.

A hangrögzítés és a hangtovábbítás új technikáinak kifejlesztésével párhuzamosan a látvány megörökítésére, a valóság közvetlen leképezésére is történtek kísérletek. A szem képalkotó működését utánzó sötétkamra továbbfejlesztése (camera obscura) és fotokémiai eljárások kifejlesztése vezetett el a 19. század első felében a fényképezés első széleskörűen felhasznált technikájának kidolgozásához (dagerrotípia – Louis J. M. Daguerre, 1839.). A század végén bemutatták az első mozgóképeket is (Lumière fivérek, 1895.).

A fény indexjellegében rejlő lehetőségek felismerésével és felhasználásával az ikonikus ábrázolás új, a valóság analóg fizikai lenyomatát, illetve ezek sorozatát megjelenítő perspektívái tárultak fel. A valóság addig gyorsan tovatűnő és csak emlékképként visszamaradó képi benyomásai a jelenidejűség komplex ingerhalmazából kiemelhetők és megőrizhetők lettek. A vizuális érzékelés is időfüggetlenné vált.

Már csak az maradt hátra, hogy a hanghoz hasonlóan a valós idejű képátvitel is megvalósulhasson. Erre sem kellett sokáig várni.

Egy skót fizikus, **James Maxwell** az 1860-as években arra az elméleti következtetésre jutott, hogy az elektromágneses változások a térben ugyanúgy terjednek szét, mint a vízbe dobott kő körül a hullámok, ráadásul ez a terjedés fénysebességgel történik. Maxwell kezdetben maga sem akarta elhinni, hogy ez lehetséges.

A kísérleti fizikusok és a – sokszor műkedvelő vagy laikus – feltalálók azonban neki láttak a feladatnak: bizonyítani, hogy ezek a hihetetlenül gyors elektromágneses rezgések valóban szétterjednek a térben, és megfelelő eszközzel bárhol fel is foghatók. Heinrich Hertz, Alekszandr Popov, William Preece, Karl Ferdinand Braun, Guglielmo Marconi és mások erőfeszítéseinek köszönhetően megszületik az első vezeték nélküli, elektromágneses hullámokat jeltovábbításra használó távközlési eszköz: a szikratávíró. A 20. század elejére készen áll az elektromosságra, illetve az elektromágneses hullámokra épülő új információs-kommunikációs eszköztár minden eleme. A század első felében először megszületett a rádió, majd a televízió, és ezzel teljes fegyverzetben megjelent az elektronikus médiumok világa: a Marconi-konstelláció.

## 8.2. A tömegkommunikáció és a média

A 20. század második felében bontakozott ki teljes terjedelmében az a jelenség, amit tömegkommunikációnak nevezünk. A tömegkommunikáció fogalmának körülhatárolása nem egyértelmű. Annyi mindenképpen elmondható, hogy a tömeg szónak kettős jelentése van: egyrészt arra utal, hogy a kommunikációnak ez a formája nagy tömegű emberhez

<sup>119</sup> In: i. m.



juttat el üzeneteket, másrészt azt is kifejezi, hogy a szétsugárzott üzenetek tömegcikk jellegűek, kapcsolatban vannak a fogyasztással, és sok paraméterükben a többi használati termékhez hasonlíthatók.

Bizonyos értelemben a korábbi történelmi korszakokban is fellelhetők a tömegkommunikáció elemei. Az ókori politikusok, szónokok is tömegekhez szóltak – az akkori nagyságrendeknek megfelelően. Jézus Krisztus hegyi beszéde is felfogható ebben az értelemben tömegkommunikációs eseménynek. A történelmünkben ismert hadba hívó véres kard körülhordozása is felfogható tömegkommunikációs aktusnak. Európában az első tömegcikk a könyvek voltak, és a könyvek, broszúrák, rölapok, az első heti- és napilapok tekinthetők az első – a szó mai jelentésének megfelelő – tömegkommunikációs eszközöknek is. A modern tömegkommunikációs eszközök és rendszerek – amelyek vezérmédiája a televízió – az alábbi közös ismérveket mutatják:

- A tömegkommunikációs rendszerekben közvetett kommunikáció valósul meg, a közlemények áramlása egyirányú („push” médiumok).
- A közlemények továbbítása az elektronikus médiumok és a tömegsajtó révén megy végbe.
- A közlemények adója és a befogadó között tér- és időbeli távolság van, ezért a folyamat elsősorban telekommunikáció.
- A rendszerben megjelenő tartalmak főleg társadalmi jelentőségűnek tartott események, közérdekű információk, politikai hírek, a szórakoztatást szolgáló műsorok, programok és hirdetések.
- A rendszer elsősorban auditív és vizuális hatásokkal operál, az uralkodó jel-forma az ikon és a szignál, a szimbólumok kisebb jelentőséget kapnak.
- A szétsugárzott üzenetek zöme tömegcikk jellegű, az általuk hordozott kultúra tömegkultúra.
- A tömegkommunikáció másodlagos, mesterséges médiumkörnyezetet generál, amely magában hordozza a manipuláció lehetőségét.

A tömegkommunikáció eszköztárának mai sokoldalúsága bizonyos technikai-társadalmi trendek hatása alatt bontakozott ki az előző kétszáz évben. A technikai trendek a következők:

- A médiumok hatótávolságának folyamatos növekedése
- A médiumok információ-előállító, továbbító és tároló kapacitásának növekedése
- A médiumok által szolgáltatott információk kódolási formáinak, prezentációs mintáinak egyre nagyobb változatossága

A társadalmi trendek:

- Az információk szűkösségéből átmenet az információbőségbe
- Az információhoz való hozzáférés elitprivilegiumból tömegjelenséggé válik
- Az információforrások intenzív használatából átmenet az extenzív, szelektív használat felé
- Az egész társadalomnak szóló információktól átmenet az individuális, egyéneknek szóló információk irányába

A tömegkommunikáció adóoldali fele a média, amely egyrészt a tömegkommunikációs eszközrendszer, másrészt az azt működtető menedzserek és szakemberek csoportját jelenti.

A média információ- és műsorfolyama a 21. század elejére a nyilvánosság legfontosabb közegévé vált, és a kulturális környezet integráns, egyre dominánsabb részét alkotja.

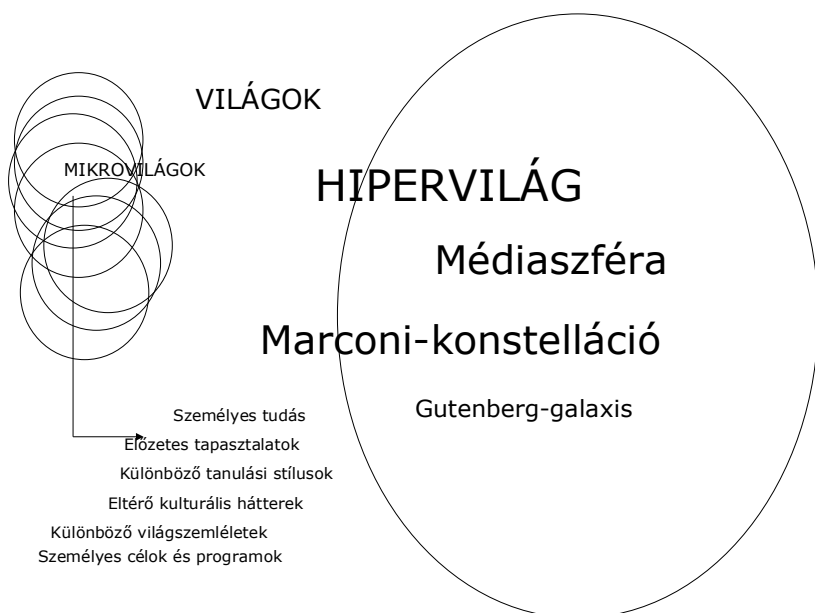
Az emberek jelentős része a média üzeneteiből meríti információit és ismereteit, hiedelmeit és meggyőződéseit, attitűdjeit és értékeit, társadalom- és világszemléletét.

A média funkciói a következők:

- *Kiválasztó funkció:* A média formálja a (poszt)modern ember domináns szimbólumkörnyezetét, szolgáltatja azokat a jeleket, amelyek jelentést adnak a mindennapi élet eseményeinek.
- *Értelmező funkció:* A média által közvetített jelrendszer alakot és jelentést kölcsönöz a tapasztalatoknak, fókuszálja azokat.
- *Közvetítő funkció:* A média csatorna, amelyen keresztül információk és üzenetek áramlanak az emberekhez.
- *Kognitív funkció:* A média összefüggő szimbólumegyüttest közvetít, amellyel modellezzük azt, amit a világról tudni vélünk. Ez a modell approximatív, verifikációt igényel és falszifikációra alkalmas.

A jelenlegi civilizációt joggal nevezhetjük médiacivilizációnak. A médiaszféra, amely az elsődlegessé vált szimbolikus környezetünket alkotja, integrálja a Gutenberg-galaxis, a Marconi-konstelláció és egyre nagyobb mértékben a Neumann-univerzum világát. A média legfontosabb üzeneteit ma a televízió sugározza.

A médiaszféra hatása alól senki sem tudja magát teljesen kivonni, ezért nagyon fontos az, hogy megismerjük a média működésmódját, és betekintést nyerjünk abba is, hogyan alakítja a társadalmat és benne az egyes embereket.



20. ábra: Világok

### 8.3. Médiaelméletek

A média hatásainak értelmezésére számos elmélet született. Ebben a fejezetrészen két jellemző és általánosan ismert elméletet mutatunk be, amelyek – véleményünk szerint – egymással komplementer viszonyban vannak. Az egyik a McLuhan-féle technikai determinizmus, a másik Georg Gerbner kultivációs elmélete.

Marshall McLuhan szerint az embereket az adott társadalomban domináns szerepet betöltő médium/médiumok alapvető természete, jellegzetességei és nem az illető médiumok által közvetített üzenetek tartalma befolyásolja elsődlegesen. A domináns médium meghatározott észlelési, gondolkodási és viselkedési mintákat sugall, és ezek – az adott médium mintegy mélyszerkezetét alkotva – valamennyi közvetített tartalomban megnyilvánulnak. Ezért ha egy adott társadalmat, az abban lejátszódó politikai, kulturális, gazdasági folyamatokat meg akarjuk ismerni, akkor ehhez az illető társadalmi formáció-ra jellemző, domináns médiumok működési elvének a tanulmányozására, annak megértésére is szükségünk van. Ezt a meggyőződést képviseli egyik híres könyvének a címe is: **A média megértése** (Understanding Media, 1964.). Szerinte az új elektronikus médium-környezetben a tipográfiai embert felváltja a poszttypográfiai ember, akinek mentalitása, gondolkodási preferenciái inkább a törzsi emberére hasonlítanak. Úgy vélte, az agyféltekék dominanciaviszonyai is meg fognak változni: a verbális, racionális, és analitikus gondolkodást és valóságészlelést meghatározó bal oldali agyféllel szemben előtérbe kerül a holisztikus, képszerű, epizodikus működéseket integráló jobb oldali.

*„A Gutenberg-galaxis elhalványul a Marconi konstellációval összevetve. A gyakorlatilag egyidejű hatásokat eredményező elektromos kommunikációs technológia nyomán maga a földgolyó sem lehet többé egyéb, mint egyetlen falu. ... Az elektronikus médiumok bolygónkat **globális faluvá** változtatják, és egy retribalizációs folyamatot eszközölnek. Belemérülünk az információs folyamat világmedencéjébe. Korunk nem más, mint a tipográfiai ember folyamatos konfrontációja a premodern emberrel a poszttypográfiai arénában.”*<sup>120</sup>

McLuhan szerint azért kell megértenünk a médiumok működését, hogy képesek legyünk előre látni a változásokat, és így lehetőségünk legyen azokra hatást gyakorolni.

Georg Gerbner Magyarországról elszármazott médiatudós a társadalom, és nem a technika oldaláról vizsgálja meg a médiahatások természetét. 2000-ben magyarul is megjelent könyvének címe kifejezi felfogását a média hatásának mibenlétéről: **A média rejtett üzenete**. Vizsgálódásai elsősorban arra irányultak, hogy milyen hatást gyakorolt a társadalomra az elektronikus médiumok, elsősorban a televízió elterjedése a XX. század második felében. Kultivációs elmélete szerint a média mesterségesen létrehozott szimbólumvilága jelenti azokat a mintákat, amelyek egy adott társadalomban jelentőssé, meghatározóvá válnak. Kutatásai is megerősítették azt az egyébként kézenfekvő vélekedését, mely szerint minden közleménynek van valamilyen irányultsága, amely az információk szelekciójában, a hangsúlyok elhelyezésében és számos, apró részlet kezelésében nyilvánul meg. A társadalomnak az a része, amelyik a tömegkommunikációban megjelenített mintákat alakítja, szelektálja és kontrollálja, rejtett hatást gyakorol az egész társadalomra. A televízió által közvetített tartalmak jelentős része nem a valóságot, hanem az adott kornak az élettel, a társadalommal és a világban ható láthatatlan és látható erőkkal kapcsolatos előfeltevéseit tükrözi, a tényeket a képzelettel nehezen kibogozható komple-

<sup>120</sup> In: The Playboy Interview: Marshall McLuhan.

xummá összeszöve. A televízió olyan szórakoztatási és információs közeg, amely lehetővé teszi, hogy a társadalmi és gazdasági helyzettől függetlenül az emberek részesévé váljanak egy olyan kultúrának, amelyben kevesek világértelmezése nyilvánul meg. Az emberek jelentős része számára a szórakozás válik a kultúrába való belenövés egyetemes forrásává. Gerbner szerint a tömegkommunikációs eszközök által közvetített tartalmak időleges és folyton változó felszíni rétege alatt egy jóval állandóbb struktúra rejlik. Ez az, amelyik betölti a kultivációs funkciót, azaz a létre, a preferenciákra, az értékekre és az összefüggésekre vonatkozó társadalmi egyetértés fenntartását és erősítését. (Varga Barbara).<sup>121</sup>

Mind Gerbner, mind McLuhan úgy véli, hogy egy adott társadalom megértéséhez szükséges a társadalomban zajló nyilvános információcsere, a társadalmi kommunikáció formáinak, tartalmának és jellegének a tanulmányozása. Felfogásuk szerint a modern tömegtársadalmak emberének gondolkodását és viselkedését nem érthetjük meg a tömegkommunikáció hatásainak elemzése nélkül. Elméleteikben megkülönböztetik egymástól a nyilvános kommunikációban megjelenő közlemények narratív, denotatív, felszíni tartalmát, és a nehezebben felismerhető, nem közvetlenül megnyilvánuló hatásokat. Ez utóbbinak tulajdonítanak tartós, a társadalom tagjainak szemléletére, gondolkodására, értékrendjére és motivációs rendszerére befolyást gyakoroló hatást.

---

<sup>121</sup> Varga Barbara: A kultiváció mint üzenet. A kommunikáció kultúráteremtő hatalma McLuhan és Gerbner műveiben. In: Jel-kép, 1999/2.



## 9. A számítógépes forradalom – a kezdetektől a mainframe-ig

### 9.1. Korai számoló gépezetek: Blaise Pascal, Gottfried Wilhelm von Leibniz, Wilhelm Schickard, John Napier

Ha egy jó 50 évvel korábbi angol értelmező szótárban megkeressük a „computer” kifejezést, a következőket olvashatjuk: „valaki, aki számításokat végez, egy személy, akit azért alkalmaznak, hogy számításokat végezzen, pl. obszervatóriumban vagy kutatások elősegítésére stb.” Azokat a hölgyeket is komputereknek nevezték, akik a második világháborúban asztali, mechanikus számológépekkel löelemtáblázatok értékeit számolták Amerikában és Angliában. Az egyhangú, lassú és fáradságos, amellet sok hibalehetőséget magában rejtő számolás gépi segédlettel történő elvégzésének gondolata nem tudjuk, mikor bukkant fel először a történelemben, de Európában a 17. században már jelen volt.

Az egyik legismertebb korai számoló gépezetet 1642-ben a francia **Blaise Pascal** (1623–1662) készítette, alig 18 éves korában. Pascal célja az volt, hogy édesapja adóhivatalnoki munkáját megkönnyítse. A gép, amelyet „Pascalín”-nak neveztek, összeadások és kivonások elvégzésére volt alkalmas. Később – Pascal vázlatait is felhasználva – 1694-ben **Gottfried Wilhelm von Leibniz** (1646–1716) készített olyan mechanikus szerkezetet, amellyel mind a négy alapvető aritmetikai műveletet el lehetett végezni. 1617-ben a skót **John Napier**, a logaritmuselv kidolgozója és a tizedespont első használója is szerkesztett számoló gépezetet, farudacskákból. **Wilhelm Schickard** tübingeni teológiai professzor, csillagász, nyelvtudós, művész és ezermester is készített a négy alapművelet elvégzésére alkalmas gépet, amely azonban megsemmisült, és csak egy Kepler feljegyzéseiben talált vázlat alapján tudták rekonstruálni. Schickard egy Keplernek írt 1623. szeptember 20-án kelt levelében így írt a gépről:

*„Az adott számokkal automatikusan számol, összead, kivon, szoroz és oszt. Bizonyára örülne, ha látná, hogyan összegyűjti a tízes és százaz maradékokat, vagy kivonáskor elvesz belőlük...”*<sup>122</sup>

A 18. század végétől a társadalmak tagolódásának és kapcsolatrendszerének növekvő bonyolultsága, az ipar és a kereskedelem lehetőségeinek kiterjedése megnövelte az igényt különböző matematikai adatsorok iránt. A navigációs, csillagászati, műszaki-mérnöki, építészeti, biztosítási stb. táblázatok elkészítése rengeteg ember számítási tevékenységét igényelte. 1766-ban az angol kormány a királyi csillagász (Astronomer Royal) feladataként jelölte meg, hogy évről évre készíttessen egy sor hajózási navigációs táblázatot. A Nautical Almanac összeállításához szükséges számítások mindegyikét egymástól függetlenül 2-2 „komputer”, általában nyugalmazott irodai segéd vagy lelkész végezte, és az elkészült számításokat egy harmadik személy, a „comparator” hasonlította össze, így ellenőrizve azok helyességét.

<sup>122</sup> Idézi Goldstin H. In: Goldstine, H.: A számítógép Pascaltól Neumannig. Budapest, Műszaki Könyvkiadó. Neumann János Számítógép-tudományi Társaság, 1987.

Franciaországban 1792-ben kapott megbízást **Gaspard de Prony** logaritmikus és trigonometrikus táblázatok elkészítésére (Tables du Cadastre). Baron de Prony valóságos táblázatkészítő manufaktúrát hozott létre, csaknem száz embert foglalkoztatva. A „komputerek” (többnyire volt fodrászok, akik a forradalom következtében munka nélkül maradtak) a „különbségképzés módszerével” végezték a számolást, ami csak az összeadás és kivonás ismeretét követelte meg tőlük. A manufaktúra – páratlan a maga nemében – jól szervezett információtermelő üzemként működött az Adam Smith által leírt munkamegosztásra épülő tömegtermelési modell alapján. A munkával 1801-ben készültek el, de az eredmények kinyomtatására nem volt elegendő pénz.

## 9.2. Charles Babbage, Ada Byron és az Analitical Engine

A mai, korszerű digitális számítógép ősenek megálmodója és szellemi atyja Charles Babbage (1791–1871) angol matematikus, közgazdász, feltaláló és polihisztor volt. Babbage 1819-ben a Francia Tudományos Akadémia könyvtárában tanulmányozta a Gaspard de Prony által elkészített kéziratos matematikai táblázatokat. Miután visszatért Angliába, 1820-ban barátjával, a csillagász John Herschellel a Royal Astronomical Society megbízásából csillagászati táblázatokat szerkesztettek és készítettek elő nyomtatásra. A fáradtságos és sok hibalehetőséget magában rejtő munka közben Babbage állítólag felsóhajtott: „*Adná Isten, hogy ezeket a számításokat gőzgéppel el lehessen végezni!*” (*I wish to God these calculation had been performed by steam!*)” Önéletrajzi írásában ő így emlékezett a számoló gépezet ideájának születésére:

„Egy este Cambridge-ben az Analitikai Társaság termében ültem az asztalnál, nyitott logaritmustáblázat fölé hajolva, álmosan. Bejött valaki, és látva félálomba szenderültem így szólt: *Nocsak, miről álmodozik Mr. Babbage? Így feleltem: Olyan gépről, ami ezeket a táblázatokat kiszámolja helyettem!*”<sup>123</sup>

Babbage ténylegesen nekilátott egy gép megszerkesztésének, amelynek első működő modelljét 1822-ben mutatta be. Az elképzelt **Difference Engine** – amint a nevéből is kitűnik – ugyanazon az elven működött, mint de Prony számoló szerkezete, azzal a nem csekély különbséggel, hogy a műveleteket emberek helyett fogaskerekerek végezték volna. Babbage a bemutatóhoz kapcsolódó előadásban ismertette elképzeléseit, amelyet „Észrevételek gépek felhasználásának lehetőségéről matematikai táblázatok elkészítéséhez” címen jelentetett meg (Observations on the Application of Machinery to the Computation of Mathematical Tables). A gépet azonban Babbage soha nem készítette el. Ennek egyik oka az volt, hogy a gép megálmodója megelőzte korát, és a szükséges precíziós, mechanikai ipari háttér akkor még nem állt rendelkezésre. A Difference Engine készítésének félbeszakításához az is hozzájárult, hogy Babbage az eredeti célról (táblázatok készítése emberi munkaerő felhasználásánál olcsóbban, gyorsabban és megbízhatóbban) időközben elfeledkezett, és 1833-ban új, nagyobb igényű gép tervezésébe kezdett. Álmai objektumát **Analitical Engine**-nek nevezte el. Ez már egy valódi, általános célú digitális komputer modellje volt (general purpose computer), központi számoló egységgel (mill), memóriával (store) és lyukkártyákat felhasználó input és nyomtató output perifériákkal. Egy ilyen gépre azonban akkor még senkinek sem volt szüksége – nem csoda, hogy az angol kormány a munkálatokat nem volt hajlandó finanszírozni.

<sup>123</sup> Babbage, Charles: Passages from the Life of a Philosopher. London, 1864.

Babbage 1840-ben az Olasz Tudományos Akadémia meghívására Torinóban előadásokat tartott számítógépeiről. Az előadások feljegyzett szövege franciául jelent meg. Ezt fordította angolra Babbage munkatársa, a tehetséges fiatal matematikus arisztokrata hölgy, **Augusta Ada Byron**, Lovelace grófnő. Szerencsére a grófnő az eredeti szöveget bőséges értelmező jegyzetekkel látta el, amelyek hozzájárultak ahhoz, hogy az utókor részletes leírást kapjon Babbage géniuszáról. Az új típusú számítógép működésének minden más, addig létezett gépezettől eltérő jellegét és az ez által feltáruló új lehetőség-horizontokat mélyen megértő nő a következőképpen fogalmazott:

*„A gépezet különossége és minden eddig létezett géptől megkülönböztető tulajdonsága abban van, hogy az Analitical Engine úgy szövi az algebrai mintázatokat, ahogyan Jacquard szövőgépe a virág- és levélmintákat. ...a lyukkártyaelv felhasználásával az Analitical Engine túllépte az aritmetika határait, és működése messze meghaladja a közönséges számoló gépezetek lehetőségeit ... (a lyukkártyaelv) lehetővé teszi a gépnek általános szimbólumok határtalan variációjában és tetszés szerinti terjedelemben történő kombinációját. A gép egyesíti a materiális műveleteket a matematika legfontosabb területeinek mentális folyamataival. Új, hatalmas és erős nyelv fejlődik a jövőben történő elemzések számára... (Ezáltal) nem csak a mentális és a materiális világ, de a matematika birodalmának gyakorlati és elméleti területei is szoros, átható kapcsolatokba kerülnek egymással.”<sup>124</sup>*

Ada Byron különös személyisége és tragikus sorsa az utókort is foglalkoztatta. A 70-es években az Egyesült Államokban programnyelvet neveztek el róla (ADA). Lynn Hersmann Leeson amerikai rendező pedig művészi kifejező erővel idézte fel életét egy kitűnő, science fiction keretben játszódó filmben.<sup>125</sup>

Babbagenak anyagi támogatás híján (és az akkori technológia nem kielégítő szintje miatt) nem sikerült megvalósítani álmát, és az elképzelt gépek egyikét sem tudta teljesen elkészíteni. A Difference Engine végül egy svéd nyomdász jóvoltából megépült – sőt, az 1855-ös párizsi világiállításon aranyérmet is kapott –, mégis, a nagy álom, a digitális, általános célú számológép megvalósítása a jövőbeni lehetőség maradt.

### *9.3. Herman Hollerith tabulátorgépétől Howard Aiken elektromechanikus számítógépéig*

#### 9.3.1. Herman Hollerith és a lyukkártyarendszerű adatfeldolgozó gépek

A 19. század végére a világ bonyolultsága tovább növekedett. Emelkedett a népesség száma, növekedett az ipari termelés, élénkült a közlekedés, a táviró és a telefon terjedése felgyorsította a kommunikációs folyamatokat. A kormányok, szervezetek, intézmények és vállalatok számára egyre nehezebbé vált a folyamatok áttekintéséhez és közben tartásához, befolyásolásához szükséges információk gyors áttekintése és tetszőleges szempontok szerinti rendszerezése.

---

<sup>124</sup> Ada Byron: Observations on Mr. Babbage's Analytical Engine

<sup>125</sup> Hersmann Leeson, Lynn: Conceiving Ada.



Új, egyre erősebben jelentkező igény a rohamosan gyarapodó adatok kezelésének, rendszerezésének, illetve csoportosításának szükséglete. Szerencsére a gyors adatkezeléshez alkalmas volt a lyukkártyaelv. Lyukasztott kártyák felhasználásával ugyanis nemcsak a számolási műveletek vezérlése, hanem adatok sokaságának feldolgozása, tetszőleges szempontok szerinti rendezése is lehetséges.<sup>126</sup> Ezt ismerte fel Amerikában Herman Hollerith (1859–1929), aki az 1890-es népszámlálás adatainak feldolgozásához speciális lyukkártyarendező gépet fejlesztett ki. Az előző, 1880-as népszámlálás adatainak feldolgozása 1495 hivatalnok alkalmazásával 7 évig tartott. Most, az új találmánynak köszönhetően az első adatok a népszámlálás befejezése után már hat héttel rendelkezésre álltak, és a nagyobb népességszám ellenére két és fél év alatt befejeződött az összegyűjtött információk teljes körű feldolgozása. Hollerith 1896-ban létrehozta adatrendező gépeket gyártó vállalatát (Tabulating Machine Company), amelyből később az International Business Machine Corporation (IBM) lett.

### 9.3.2. A Differencial Analyzer és a MARK I

(Elektromechanikus elven működő analóg és digitális gépek)

A két világháború között számos mérnöki-tervezői probléma megoldásához használtak elektromechanikus elven működő analóg számítógépeket. **Vannevar Bush**, a MIT (Massachusetts Institute of Technology) professzora a 30-as években fejlesztette ki **Differencial Analyzer** nevű gépét, amelyből számos példány készült el. Bush számítógépe már alkalmas volt differenciálszámítások elvégzésére, így számos mérnöki és tudományos probléma megoldását segítette.

1937-ben **Howard H. Aiken** (1900–1973) a Harvard Egyetem elméleti fizikusa kutatásai során olyan problémával találkozott, amelynek megoldásához az analóg számítógép nem tudott segítséget nyújtani. Vákuumcső-tervezéssel foglalkozott, így munkája során nem lineáris differenciálegyenleteket kellett megoldani. Azt javasolta az egyetem fizikai intézetének, hogy építsenek egy digitális, automatikus számítógépet. A javaslatot mérsékelt lelkesedés fogadta. Az egyik technikus – megismerve Aiken elképzelését – különös kijelentést tett: „*Már van egy hasonló gépünk, de még senkinek sem jutott eszébe használni. (We already had such a machine, and nobody ever used it.)*”<sup>127</sup>

Kiderült, hogy az egyetem padlásán porosodó berendezés Babbage egyik félig kész Difference Engine-ének egy része volt. A szerkezetet Babbage fia ajándékozta az egyetemnek 1886-ban, az intézmény fennállásának 250. évfordulóján. Aiken ezután elolvasta Babbage „Fejezetek egy filozófus életéből” című önéletrajzi írását. Amikor az alább idézett részhez ért, úgy érezte, a száz évvel korábban élt mester egyenesen hozzá intézi szavait: „*Ha valaki képes lesz megérteni erőfeszítéseim értelmét, és példám nem riasztja vissza attól, hogy vállalkozzon egy ilyen gép megépítésére, ... akkor annak nem félek hírnevemet gondjaira bízni.*”

<sup>126</sup> A gépi lyukkártyák betűjelekkel is dolgoztak oly módon, hogy a kártya egy oszlopában két lyukasztás ábrázolt egy betűt. Ez a rendszer így igen korlátozott abc-t tudott kezelni, de bizonyos műveletek (pl. betűrendezés) elvégzését lehetővé tette. A Hollerith-kártyák hátránya az volt, hogy 80 oszlopot tartalmaztak, így kapacitásuk csupán 80 karakter (szám vagy betű) volt.

<sup>127</sup> Campbell-Kelly, M.–Aspray, W.: *Computer – A history of the information machine*. New York, Perseus Books, 1996.

Aiken gépe 1937 és 1943 között készült el az IBM anyagi támogatásával és mérnökeinek közreműködésével. A monstrumot Harvard Mark I-nek nevezték el, tudományosabban: IBM Automatic Sequence Controlled Calculator. Másodpercenként 3 összeadást tudott elvégezni, ezért főleg matematikai táblázatok összeállítására használták. Babbage annak idején úgy gondolta, hogy fél évszázad is eltelik, míg valaki az ő Analitical Engine-éhez hasonló gépet épít. Tévedett, hiszen csaknem 100 év telt el. A Mark I csak mintegy tízszer volt gyorsabb Babbage gépénél, ráadásul – ellentétben azzal – nem volt képes programját működés közben, a részeredményektől függően változtatni. Annak azonban, hogy kifejlesztése zsákutcat jelentett, elsősorban az volt az oka, hogy az analóg gépekhez hasonlóan elektromechanikus, szervomotorokat és reléket használó berendezés volt. A mechanikus alkatrészek pedig eleve korlátozták a számolás sebességét.

#### *9.4. Számítógép-fejlesztések a 2. világháború alatt – az ENIAC és Neumann János*

Az általános célú, nagy teljesítményű elektronikus számítógép kifejlesztését a második világháború katonai szükségletei igényelték. Emlékeztet számunkra, ahogyan Stanley Kubrick „Ürodüsszeia 2001” című filmjének bevezető jelenetében az ősember eldob egy fegyverként használt csontbunkót: az lassan pörögve röppályáján egyszer csak átváltozik ürállomássá, amely a Kék Duna keringő dallamára beúszik a képbe. Az ürállomás helyett akár személyi számítógéppé is változhatott volna a repülő fegyver, hiszen semminek sem volt nagyobb szerepe a számítógép kifejlesztésében, mint a lövedékek röppályájának előrejelzése iránti csillapíthatatlan igényeknek.

A lövedékek és bombák mind pontosabb célba juttatásához tűzérzési, tűzvezetési, illetve bombázási táblázatok elkészítésére volt szükség, és ez az igény minden egyes újabb löveg és bombatípus esetében ismételten jelentkezett. Egy löelemtáblázat kb. 3000 röppályaadatot tartalmazott, és ezek közül egyetlen egynek a kiszámítása is 1-2 napig tartott egy embernek. A háború kitörésekor a számítások elvégzésére lassú, speciális célú analóg gépek, még lassúbb emberi computerek (asztali számológépekkel felszerelve) és lyukkártyás irodai adatfeldolgozó berendezések álltak rendelkezésre. A fentebb említett táblázat értékeinek kiszámításához a Differenciál Analizátorral egy hónapra volt szükség. Ugyanennyi ideig tartott a számolások elvégzése 100, számológéppel felszerelt hölgynek is. Ahhoz, hogy a védelmi igényeknek eleget tudjanak tenni, égetően szükség volt a számolás gyorsaságának a fokozására.

A modern elektronikus számítógép egyik legelső és mindenképpen legismertebb változatát egy világtól elzárt laboratóriumban építették meg, 1943 és 1945 között. A pennsylvaniai Egyetem elektromérnöki intézetében a kutatókat a löelemszámítások gyorsítását lehetővé tévő berendezés létrehozása foglalkoztatta. Az intézet két munkatársa, **John W. Mauchly** és **John Presper Eckert** javaslatot dolgozott ki egy olyan számítógép megépítésére, amelyben elektroncsövek látnák el a kapcsoló funkciókat. (The Use of High Speed Vacuum Tubes for Calculating). Úgy számítottak, hogy ha egy ilyen gép elkészülne, az a műveletek elvégzésének jelentős, csaknem ezerszeres gyorsítását tenné lehetővé.

A mérnökök javaslatát először elvetették, de amikor a következő évben a közeli, aberdeeni kísérleti lőtér és ballisztikus laboratórium egyik vezetője, **Hermann Goldstine** főhadnagy, matematikus megismerkedett a tervvel, a Mark I-nél ezerszer

gyorsabb gép ígérete megmozgatta a fantáziáját. Ennek a komplikált gépezetnek az elkészítéséhez többek között 17 ezer elektroncsőre volt szükség, és megépítésére 400 ezer dollárt igényeltek. A döntés 1943. április 9-én történt. A megbeszélésen Goldstine és a hadsereg matematikai kutatóprogramjának néhány vezetője volt jelen. „*Adjátok oda a pénzt Goldstinnek (give Goldstine the money)*” hangzott el döntő mondat, amely lehetővé tette az **ENIAC** megépítésének elkezdését. A gép építése folyamatban volt már, amikor 1944 nyarán Goldstine az aberdeeni állomás peronján találkozott **Neumann János**-sal, akinek megemlítette, mivel foglalkoznak. Neumann élénken érdeklődött a részletek iránt, így augusztus elején elutazott Philadelphiába, hogy megnézze a gépet és találkozzon az építőkkel. Első kérdése a gép logikai felépítésére vonatkozott. Ezzel elkezdődött közöttük és a pennsylvaniai csoport között az együttműködés, amelynek eredményeképpen nemcsak az ENIAC készült el, hanem egy újabb, korszerűbb, a kettes számrendszert felhasználó gép, az EDVAC tervezete is (A First Draft of a Report on the EDVAC). Neumann János ebben a feljegyzésben foglalta össze azokat az alapelveket, amelyeket „Neumann-architektúra” néven ismer a világ, és amelyek alapján azóta a számítógépeket tervezik és szerkesztik.<sup>128</sup>

Az ENIAC felhasználására a háború során már nem került sor. A gépen futtatott első, kísérleti program egy Los Alamos-i – a nukleáris bombákkal kapcsolatos – probléma megoldása volt.

Az ENIAC-kal párhuzamosan más számítógépeket is készítettek. Angliában például ugyancsak a második világháború alatt megépítették a Colossusnak nevezett bináris rendszerben dolgozó gépet, amelyet az ENIGMA német titkos kódrendszer megfejtéséhez használtak. Németországban **Konrad Zuse** készített programozható, digitális számítógépeket, de felfedezésének nem sok figyelmet szenteltek. Amerikában 1940-ben **John Vincent Atanasoff** és **C. Berry** digitális, elektroncsöves készüléket szerkesztett, az ABC nevű gépet (Atanasoff Berry Computer).

## 9.5. A mainframe-korszak

A második világháborút követő évtizedben a számítógépek egészen mások voltak, mint a ma megszokott munkaállomások. Az ENIAC 30 tonnát nyomott, és elhelyezéséhez egy nagy méretű teremre volt szükség. A MIT (Massachusetts Institute of Technology) és az IBM által az 50-es évek közepén kifejlesztett légvédelmi számítógéprendszer, a **SAGE** (Semi-Automatic Ground Environment) 250 tonna súlyú volt, és elszállításához 18 hatalmas teherautó kellett. Az első vállalati számítógépek is monstrumként hatottak. Találószerűen, ahogyan egy hatvanas években kiadott könyv (nem ironikusan!) az akkori gépeket illetve az azokat körüllegő mítoszt jellemzi:

*„...nem a gép alkalmazkodik az emberhez, hanem éppen fordítva. A mindenható szörny a távolból uralkodik, légkondicionált és portalaníttatott üvegalitkájából irányít, engedelmes szolgálók és villámszóró technikusok hadától körülvéve... az automatizálás nem egy Vállalat + egy számítógép, hanem egy Vállalat a számítógép körül, ami feltételezi a Vállalat teljes szellemi egységét az ügy érdekében.”<sup>129</sup>*

<sup>128</sup> Ő dolgozta ki az ún. programvezérlés elvét. Ennek az a lényege, hogy egy feladat megoldásának lépéseit, az algoritmust egy utasítássor írja le, amelyet a gép tárol, és a műveletek elvégzéséhez gyorsan le tud hívni.

<sup>129</sup> Font, Jean-Marc–Quinion, Jean-Claude: Les Ordinateurs. Mythes et Realites. Paris, Gallimard, 1968. Magyarul: A számítógép: mítosz és valóság. Budapest, Európa, 1970.

Ezek a „dinoszauruszok” működtetésükhöz technikusok, mérnökök és programozók kiszolgáló munkáját igényelték. Az adatok bevitele, az eredmények kijelzése és értelmezése lassú és körülményes volt. Ha valaki számítógéppel szeretett volna megoldani egy problémát, valamilyen programnyelven kódolni kellett az adatokat, a megoldási programot, a szalagot vagy kártyákat át kellett adni a gépkezelőnek, és egy megbeszélte időpontban visszamenni az eredményért. Mindez meglehetősen nehézkessé tette ezeknek a gépeknek a használatát. Ennek ellenére a 60-as években még úgy tűnt, hogy a számítógépek építésének és felhasználásának paradigmája egyszer s mindenkorra kikristályosodott, és a központi, nagy – és drága – számítógép, a „mainframe” lesz a követendő és időtálló minta.

Ma már tudjuk, hogy nem így történt. Azoknak a fejleményeknek, amelyek a megszokottól eltérő irányt adtak a számítógépek további fejlesztésének az egyike a hidegháborús katonai vetélkedés volt a két világhatalom, az USA és a Szovjetunió között.

Amikor 1949 augusztusában a Szovjetunióban felrobbantották az első kísérleti atombombát, az amerikai Védelmi Minisztérium bizottságot hozott létre a légvédelmi rendszer megbízhatóságának vizsgálatára. A bizottság – amelyet George E. Valley, a MIT fizikaprofesszora vezetett – úgy találta, hogy a meglévő légvédelmi rendszer „béna, vaksi és idiótikus.”<sup>130</sup> A bejövő adatokat csak részben volt képes feldolgozni, gyakran léptek fel kommunikációs nehézségek, és csak korlátozottan tudott a beérkező információk alapján azonnali műveleteket végrehajtani. Megkezdődtek a fejlesztési munkálatok egy új, számítógépeken alapuló légvédelmi parancsnoki irányító rendszer létrehozására (Computer Based Control and Command Center Research). A Whirlwind (forgósél), majd a Lincoln-project hatalmas lendületet adott a számítógépek fejlesztésének. Az alapvető, információfeldolgozásra és adattárolásra vonatkozó technológiai újítások mellett a számítógéphasználat új módját, a közvetlen interakciót lehetővé tevő „real time computing”-ot is kidolgozták. Új perifériák jelentek meg, mint pl. a katódsugárcsöves képernyő és a képernyőn manipulálásra képes fényceruza (lightpen). Most vetődött fel először az ember-számítógép kapcsolat (Human-Computer Interface) vizsgálatának és optimális kialakításának szükségessége. Erre a célra a Lincoln Laboratóriumban külön fejlesztőcsoportot hoztak létre: The Presentation Group. A fejlesztés eredményeképpen megszületett a SAGE (Semi-Automatik Ground Environment), minden idők legnagyobb tömegű és kiterjedésű számítógépe, amely kb. 50 ezer elektroncsövet alkalmazott, és már alkalmas volt közvetlen interakcióra is.

---

<sup>130</sup> Valley Jr, G. E: How the SAGE development Began. *Annals of the History of Computing* 7, No. 3. 1985.



## 10. A számítógépes forradalom – a számítógép metamorfózisa

### 10.1. J. C. R. Licklider és az ember-számítógép szimbiózis

1957. október 4-én a Szovjetunió fellőtte az első mesterséges holdat, a Szputnyikot, majd röviddel ezután sor került Gagarin űrrepülésére. Az amerikai társadalom úgy érezte, hogy a szovjetek az űr- és fegyverkezési versenyben előnyt szereztek. A vélt lemaradás behozására újabb, nagy volumenű fejlesztéseket indítottak. Ezeket az erre a célra 1960-ban létrehozott ARPA (Advanced Research Project Agency) koordinálta. 1962-ben az ARPA ügynökség a sokat ígérő, de akkor még inkább a sci-fi világába tartozó számítógépek kifejlesztésével kapcsolatos kutatások szervezésére és finanszírozására külön irodát hozott létre (Information Processing Techniques Office, IPTO). Az iroda első igazgatójának Joseph C. R. Licklidert nevezték ki.

Licklider 1957 tavaszán a MIT professzoraként pszichoakusztikai kutatásokat végzett, kibernetikai modelleket dolgozott ki az emberi agy hangérzékelésének megértésére. Feltűnt neki – és meglehetősen zavarta –, hogy munkája során túl sok időt tölt adatok feljegyzésével, azok rendszerezésével és újrakeresésével. Hosszú órákat fordított olyan rajzok és grafikonok elkészítésére, amelyeket aztán másodpercek alatt képes volt áttekinteni és értelmezni. Különös ötlete támadt: elhatározta, hogy elvégez egy önkísérletet: a taylori munkaidő-elemzés módszerét alkalmazva (Time and motion analysis) feljegyzi, mivel és hogyan telik egy munkanapja. „...készítettem egy kis tanulmányt arról, hogyan töltöm az időmet. Kiderült, hogy szinte kizárólag olyan algoritmusok szerint tevékenykedek, amelyek semmi örömet nem okoznak, ugyanakkor szükségeseek ahhoz, hogy az igazán fontos heurisztikus felismeréseket elősegítsék”.<sup>131</sup>

Megállapította: idejének 85%-a azzal telik el, hogy olyan helyzetbe hozza magát, amelyben képes arra, hogy valamit megértsen, felismerjen, elemezzen és döntsön. Sőt, észrevette azt is, hogy a megoldandó problémák körének kiválasztását gyakran a technikai kivitelezhetőség, nem pedig intellektuális lehetőségei szabták meg. Következtetése az volt, hogy értékes munkaidejének nagyobbik részét olyan tevékenységekkel tölti, amelyek géppel hatékonyabban, gyorsabban és jobban elvégezhetők lennének.

Felismeréseit és következtetéseit rövid tanulmányban foglalta össze, amely 1960-ban jelent meg „**Ember-számítógép szimbiózis**” címen.<sup>132</sup> A tanulmány első mondatai prognózist, célkitűzést és munkaprogramot fogalmaznak meg:

„Az ember-számítógép szimbiózis az emberek és az elektronikus számítógépek közötti interaktív kapcsolat küszöbön álló fejleménye.”<sup>133</sup>

A szerző szerint az ember-gép együttműködés célja az ember formális gondolkodásának elősegítése, valamint a komplex rendszerekkel kapcsolatos ellenőrzési és döntési

<sup>131</sup> Idézi: <http://www.columbia.edu/~jrh29/years.htm>

<sup>132</sup> Licklider, J. C. R.: „Man-Computer Symbiosis“. In: IRE Transactions on Human Factors in Electronics, Volume HFE-1, pages 4–11, March 1960. On-line: <http://memex.org/licklider.html>

<sup>133</sup> Uo. 1. o.

folyamatok optimalizálása. Megállapítja, hogy a hatékony, kooperatív kapcsolat létrejöttének előfeltétele az, hogy az időosztásos számítógép-használat, a memóriakomponensek és a memóriaszervezés, valamint a programnyelvek és a bemeneti és kimeneti perifériák fejlesztésének területén jelentős előrelépések történjenek. A tanulmány bevezetésében a szimbiotikus kapcsolat lényegét a fügefű és a megporzását elősegítő rovar, a *Blastophaga grossorum* egymásra utaltságának és „gyümölcsöző” kölcsönhatásának szemléletes példájával jelenítette meg. Az ember-számítógép szimbiózis a sokféle ember-gép kapcsolat egyik lehetséges formája, amelyre eddig még nem volt példa a történelemben.

*„Tanulmányom célja az ember-számítógép szimbiózis koncepciójának felvázolása és – reményeim szerint – kifejlesztésének elősegítése... nincs messze az idő, amikor az ember és a számítógép szorosan együttműködik, és az így kialakuló kapcsolat olyan gondolkodást tesz lehetővé, amely meghaladja az emberi agy eddigi képességeit, az információfeldolgozás új formái pedig túllépnek majd a mai információkezelő gépek korlátain.”*<sup>134</sup>

Licklider az új típusú ember-gép kapcsolatot megkülönbözteti mind a „mechanikailag kiterjesztett ember” gépszerkesztési gyakorlatától, mind a „mesterséges intelligencia” kifejlesztésének koncepciójától. A hagyományos, akkor (1960-ban) szokásos számítógép-használat az előbbi koncepción alapult, és olyan korai vágyálmok megvalósulását jelentette, mint pl. Leibniz közismert mondása:

*„Kiváló emberekhez valóban nem méltó, hogy rabszolga módra órákat vesztessenek számítások elvégzésével, amelyeket bárkire nyugodtan rá lehetne bízni, ha gépet használna.”*<sup>135</sup> Vagy Babbage kifakadása, csillagászati számításai ellenőrzése közben: *„Adná Isten, hogy ezeket a számításokat gőzgéppel lehessen elvégezni!”*<sup>136</sup>

A mechanikusan kiterjesztett ember (mechanically extended man) típusú ember-gép kapcsolat vonatkozási rendszerén belül maradnak azok a rendszerek is, ahol nem a gépé, hanem az emberé a kisegítő szerep. Ebben az esetben ember által kisegített gépről beszélhetünk (humanly extended machines). Ezekben a csaknem automatikus rendszerekben (semi-automatic systems) az ember azt a feladatot végzi, amire a gép (még) nem képes (men are there more to help than to be helped). Innen már csak egy lépés a teljesen automatizált, magas színvonalú gépi problémamegoldás, amely a jövő elektronikus vagy kémiai bázisú rendszerei esetében túlszámnyalhatja az emberi agy teljesítőképességét.<sup>137</sup>

Licklider nem zárja ki ezt a lehetőséget, de véleménye szerint egy feltehetően hosszú átmeneti időszakban a fő intellektuális eredmények az ember és számítógép szoros együttműködésétől várhatók. Az ember-számítógép szimbiózis célszerűségének kifejtése közben Licklider utal arra, hogy bizonyos problémák megoldását elősegítené egy új típusú intuitív próba-szerencse eljárás, amelynek során a számítógép rámutatna a gondolatmenet hibáira, illetve új, rejtett lehetőségeket tárna fel. Más problémák pedig meg sem

<sup>134</sup> Uo. 2. o.

<sup>135</sup> Idézi Goldstine, Herman H.: A számítógép Pascaltól Neumannig. Műszaki Könyvkiadó a Neumann János Számítógép-tudományi Társasággal együttműködve, Budapest, 1987. 21. o.

<sup>136</sup> Uo. 24. o.

<sup>137</sup> Bár – a korszellemnek megfelelően – a mesterségesintelligencia-kutatás és fejlesztés perspektíváinak túlbecsülésétől ő sem mentes, előrejelzései ezen a területen mértéktartóan óvatosak. A *Libraries of the Future* 59. oldalán például így ír: *„Kiderülhet, hogy a mesterséges intelligencia fejlesztése során megoldandó problémák rendkívül nehezek... ebben az esetben a szoftverfejlesztés területére vonatkozó elvárásainknak a ma még nem eléggé megértett területeken szerényebbeknek kell lenniük.”*

fogalmazhatók számítógép segítségével nélkül. Mindezen lehetőségek azonban csak valós idejű (real time) számítógép-használat esetén válhatnak valóra.

Az ember és a gép különbözőségének számbavétele során Licklider abból indul ki, hogy a jövőbeli partnerek merőben ellentétes, de egyaránt értékes, ugyanakkor komplementer tulajdonságairól van szó, amelyek együttesen, egymással kiegészülve értékes funkcionális rendszert alkothatnak.

*„A számítógépek készségesen, jól és gyorsan végeznek el olyan dolgokat, amelyek nehezek vagy lehetetlenek az ember számára, és megfordítva: az ember szívesen és jól – bár nem feltétlen sebesen – intéz el a számítógép számára bonyolult vagy kivitelezhetetlen tevékenységeket. Ez azt sugallja, hogy a szimbiotikus együttműködés, amennyiben sikeresen integrálja az ember és a számítógép pozitív jellemzőit, nagy jelentőségű lehet.”*<sup>138</sup>

Az ember és a gép szerepét elemezve Licklider rámutat arra, hogy a kapcsolat emberi tényezőjének az „előjoga” lesz a célok kitűzése, kritériumok megadása, a hipotézisek kialakítása, kérdések feltevése, a folyamatok értékelése és a döntéshozatal, bármennyire közelítőleges és esendő is az emberi „működés”. Az embernek kell kezelnie a nagyon kicsi valószínűségű eseményeket is. Az együttműködés gép-partnere, a jövőbeli információkezelő berendezés arra lesz képes, hogy a „hipotéziseket tesztelhető modellekké alakítva azokat változó adatsorokkal vizsgálja. Kérdésekre válaszol. Folyamatokat és modelleket szimulál és jelenít meg képernyőn. Adatsorokat transzformál, grafikonokat rajzol, alternatívákat ajánl. Interpolációkat és extrapolációkat végez. A statikus egyenleteket és logikai állításokat az emberi fél számára értékelhető és vizsgálható dinamikus modellekké alakítja. Összefoglalva: elvégzi a döntések előkészítéséhez szükséges hivatalnoki rutinmunkát. Ezen kívül statisztikai elemzéseket készít, értékeléseket hajt végre a döntés és játékelmélet alapján, és műveleteket javasol – ha elegendő adat áll rendelkezésre. Végezetül annyi diagnózist, minta-összehasonlítást és összefüggés-felismerést végez, amennyi kivitelezhető és hasznos lehet.”<sup>139</sup>

Az akkori realitások talajára visszatérve Licklider tanulmánya végén megállapítja: „Az információfeldolgozó berendezés, amelyet az előzőekben feltételeztünk, még nem létezik. A szükséges programokat sem írták még meg. Valójában számos akadály zárja el a mai, nem szimbiotikus jelenből az anticipált szimbiotikus jövő felé vezető utat.”<sup>140</sup>

Azzal, hogy kinevezték az IPTO igazgatójává, Licklidernek megadatott, hogy maga egyengesse álmai megvalósulásának útját. Ő élt a kínálkozó lehetőséggel, és az IPTO által finanszírozott egyetemi és kutatóintézeti fejlesztőcsoportok a 60-as években szinte minden alapvető feltételt kidolgoztak az elképzelt interaktív személyi számítógép megvalósításához. Howard Rheingold „Tools for thought” című könyvében így értékeli az eseményt: „az ember-számítógép szimbiózis egyszerre egy műszaki szakfolyóiratban megbújó ezoterikus hipotézisből nemzeti céllá lépett elő.”<sup>141</sup>

---

<sup>138</sup> Uo. 6. o.

<sup>139</sup> Uo. 7. o.

<sup>140</sup> Uo. 7. o.

<sup>141</sup> Howard Rheingold: Tools For Thought. The Peoples and Ideas of the Next Computer Revolution New York, 1985, Simon & Schuster. On-line: <http://www.well.com/user/hlr/texts/tftindex.html>



## 10.2. Kemény János és a BASIC

A számítógépek korábitól eltérő használatának egyik úttörője a magyar származású John Kemeny volt. Kemény János Einstein munkatársa volt Princetonban, a Magasabb Tudományok Intézetében (Institute for Advanced Studies). Einstein ajánlására hívták meg a Dartmouth College matematikai tanszékének vezetésére. Később az egyetem elnöke lett. Az intézményben megvalósította az első olyan időbeosztásos (time sharing) rendszert, amely széles körű hozzáférést biztosított a diákoknak az egyetem számítógépéhez. Marx György erről *A marslakók érkezése* című könyvében a következőket írja:

„Kemény azon gondolkozott, hogyan tehetné a számítógépet hozzáférhetővé egyszerűen több felhasználó számára. Amíg a használó begépel vagy a számítógép kigépel valamit, a processzor semmit sem csinál! Ezért Kemény bevezette az időbeosztás módszerét: minden használó saját terminálján dolgozik, a központi számítógép pedig beosztja processzorának munkaidejét a használók között. A másodperc minden tört részét kihasználják, mindegyik használó elégedett lehet, mert úgy érezheti: a központi gép vele foglalkozik.”<sup>142</sup>

Hogy a diákok használni tudják a számítógépet, Kemény Thomas Kurtz közreműködésével megteremtette az egyszerű és könnyen megtanulható BASIC (Beginners' All-purpose Symbolic Instruction Code) interaktív számítógép-programnyelvet. „Nem csak azért teremtettem meg a BASIC-et, hogy eggyel több számítógépes nyelv legyen. Azért csináltam, hogy a számítógép minden egyetemi hallgató (és minden diák) számára hozzáférhető legyen” – írta később Kemény.<sup>143</sup>

Kemény Jánost foglalkoztatták a számítógépek gyors fejlődésének, és a számítógéphasználat általánossá válásának társadalmi vonatkozásai is. *Az ember és a számítógép* című könyvében fejtette ki részletesen ezzel kapcsolatos gondolatait.<sup>144</sup> A jövőre vonatkozó következő sorai science-fictionszerűen hatnak: „A földön egy új intelligens faj született: a számítógép. A számítógépek milliószor gyorsabban gondolkoznak. Fejlődésük várható jövője a hálózatosodás, így telepatikus képességre is szert tesznek és kollektív tudatot fejlesztenek ki. Az embereknek harmonikus szimbiozist kell kialakítaniuk a számítógépekkel. Ebben az együttélésben az embernek meg kell őriznie teljes jogú szerepét. Ez ma a legizgalmasabb kihívás, amellyel az embernek szembe kell néznie.”

## 10.3. Douglas C. Engelbart és az Augmentation Research Center

Sokan járultak hozzá a mai interaktív számítógép kifejlesztéséhez, de a legismertebb és legsokrétűbb Douglas C. Engelbart tevékenysége volt. Engelbart – többek között Vannevar Bush már említett tanulmányának hatására – annak a lehetőségét vizsgálta, hogyan lehetne olyan számítógépes rendszert létrehozni, amely fokozná, erősítené az ember intellektuális teljesítőképességét:

„...arra használni a számítógép szimbólummanipuláló tulajdonságát, hogy az ember koncepciókat kialakító és módosító módszerei hatékonyabbak, teljesítőképesebbek legyenek.”

<sup>142</sup> Marx György: *A marslakók érkezése*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 2000. 101. o.

<sup>143</sup> I. m. 101. o.

<sup>144</sup> John G. Kemeny: *Man and the Computer*. New York, Charles Scriber's Sons, 1972.

Benne is korán felvetődött a képernyőkijelzés gondolata:

*„Ha a számítógép képes papírra vagy lyukkártyára nyomtatni, akkor bármit meg tud jeleníteni egy katódsugárcsővön is.”*

A kaliforniai Stanford Kutatóintézet (Stanford Research Institute) munkatársaként elképzelésit 1962-ben összegezte egy kutatási programot kifejtő tanulmányban, amelynek a **Konceptuális keretrendszer az emberi intelligencia kiterjesztésére** (Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework) címet adta. A tanulmány elején világosan megfogalmazza kiindulópontját:

*„Az emberi intelligencia kiterjesztésén az ember azon képességeinek fokozását értjük, amelyek lehetővé teszik, hogy áttekintsen összetett helyzeteket, konkrét igényeinek megfelelően megértse azt, és megtalálja a számára szükséges megoldást. ...nem arról van szó, hogy ügyes trükköket találjunk, amelyek segítségével valaki helyállhatna egy-egy speciális helyzetben. Olyan, az emberi élet egészére kiterjedő gyakorlatra utalunk, amelyben az intuíciókat, váratlan megvilágosodásokat, próba-szerencse eljárásokat, általában az emberi megérzéseket egy-egy problémahelyzet megoldása során hatékony koncepciók, korszerű terminológia és jelölések, megfelelő módszerek, és nagy teljesítményű elektronikus segédeszközök támogatják.”*

A program célját a következőképpen jelöli meg:

*„Ez a dolgozat egy olyan program első részét jelenti, amelynek az a célja, hogy eszközöket fejlesszen ki az emberi intelligencia bővítésére...”*

Az eszközökre vonatkozóan pedig a következő fontos megállapítást fogalmazta meg:

*„...a leggyorsabban akkor érhető el eredmény, ha az ember rendelkezésére áll egy digitális számítógép katódsugárcsőves kijelzőkkel ... az egész rendszert egymással kölcsönhatásban álló, interaktív komponensekből kell létrehozni, nem pedig elszigetelt elemekből.”*

Engelbart számítógéppel segített munkavégző rendszerét (Computer-Aided Working System) a **H-LAM/T** betűcsoporttal jelölte, ahol a betűk a következő fogalmakat jelentik: H=Human, L=Language, A=Artifacts, M=Methodology T=Trained. (**H**uman using **L**anguage, **A**rtifacts, **M**ethodology in which he is **T**rained, azaz: a nyelvet, eszközöket és módszereket használó, képzett és gyakorlott ember). Később ezt kiegészítette olyan további elemekkel, amelyek a humánfaktor tudására és belső állapotaira utalnak (ABS-S/K = Attitudes, Beliefs, Spirit, Skill and Knowledge azaz a beállítódások, hitek, szellemiség, illetve képesség és tudás). Úgy gondolta, hogy egy ilyen rendszer tudatos fejlesztésével a személyes intellektuális teljesítőképesség nagyfokú javulása érhető el. Rendszerének és csoportos munkamódszerének jellemzésére a „Bootstrapping” kifejezést használta, amelyen a fentebb említett gépi és emberi, valamint kulturális komponensekből álló komplex rendszer komponenseinek kölcsönhatásaiból, „saját erejéből” történő szinergikus fejlődését értette. A rendszer elemei szoros kölcsönhatásban állnak egymással, és interdependensek. Ebből az következik, hogy ha a rendszer valamelyik elemében – vagy az elemek közötti kölcsönhatások jellegében – minőségi változás következik be, akkor a teljes rendszer teljesítőképessége javul. A megnövekedett teljesítőképesség tehát emergens rendszertulajdonság, több és más, mint az egyes elemek és hatások összessége. Engelbart nem az „intelligence amplifier” kifejezést használja, ezzel is hangsúlyozva, nem arról van szó, hogy a rendszer részeként az ember intelligenciája „önmagában” felerősödne, hanem a létező emberi intelligencia az összetett rendszer működésének

eredményképpen működik hatékonyabban. A rendszer fizikai alapstruktúráját az ember biológiai felépítése és az eszközök fizikai szerkezete (two domain system) alkotja.<sup>145</sup>

Figyelemre méltó az a megállapítása, hogy: „a számítógépet használó ember munkájának eredetisége és hatékonysága nem abban mutatkozik meg, ahogyan a gép dolgozik, hanem abban, amit a géppel erősített emberi szellem elérni képes.”

A tanulmányban a szerző utalt a Bush-tól kapott inspirációkra: „Egy korábbi tanulmány, amely az általam javasolt keretrendszerhez jól illeszkedő elképzeléseket fogalmaz meg az emberi intelligencia bővítésére, Bush 1945-ös munkája”.<sup>146</sup>

A nagyigényű kutatási program nem maradt visszhang nélkül. Licklider – a fejlesztési programok több vezetőjével együtt – fantáziát látott a merész elképzelésekben, és az ARPA hosszú évekig finanszírozta a kutatásokat. Megalakult az Augmentation Research Center, ARC, amelynek igazgatójaként Engelbartnak csaknem két évtizeden keresztül nyílt lehetősége elképzelései megvalósítására. Számos hardvereszközt és szoftveralkalmazást fejlesztettek ki (az egér, szerkesztés a képernyőn, többszörös ablakok megjelenítése, osztott képernyőjű videokonferencia, fájlközi szerkesztés), amelyek a mai személyi számítógépek standard tartozékai, illetve szolgáltatásai. Engelbart egyik kedvenc elképzelése az összekapcsolt számítógépek segítségével végzett csoportmunka (computer aided meetings, electronic office) volt. Ez motiválta az NLS (oNLine System) létrehozását, amely az egyik első hipertext alapú rendszer volt, és 10 000 fájlt szervezett rendszerbe.

Az ARC fejlesztési tevékenységének eredményeit először 1968 tavaszán, a kaliforniai San Franciscóban megrendezett számítástechnikai konferencián ismerhette meg a szélesebb szakmai nyilvánosság. Engelbart többek között ekkor mutatta be a csoport által kifejlesztett eszköz, az „egér” használatát. A bemutató során az ember-számítógép kapcsolat új, vizuális szimbólummanipulációkkal operáló, impulzív módját vetítették előre. Az interaktív számítógép-használat és a multimédia-prezentáció által feltáruló új lehetőségek demonstrációjával ámulatba ejtették a nagy számú, szakemberekből álló közönséget. A bemutatott rendszer azonban egyedi, egyszeri kísérleti konstrukció volt, túl drága ahhoz, hogy az elkövetkezendő években gyakorlati jelentősége legyen.

#### *10.4. Az első személyi számítógépek – grafikus felhasználói felület*

A Licklider, Engelbart és mások által kidolgozott számítógép-használati elveket és kidolgozott technikákat a személyi számítógép kifejlesztése és elterjedése során aknázták ki és tették közkinccsé. Tekintsük át röviden a történetnek ezt a részét is.

A személyi számítógép a számítógépgyártás és a számítástechnika tudományának főáramától elkülönülten, sajátos transzformáció eredményeként jelent meg – előre nem láthatóan és nem vártan – a hetvenes években. A ma már mindenki számára elérhető információs erőmű megjelenése sok szálon futó, összetett folyamatsorok eredménye volt. Az egyik ilyen szál az az anyag- és mérnöktudományi, gyártástechnológiai fejlesztés-

<sup>145</sup> Jól használható a rendszer leírására a popperi ontológia három szféra modellje is. Ebben az esetben az egyik izgalmas kérdés úgy fogalmazható meg, hogy van-e, lehetséges-e a gépi rendszerrészben a második szférának (World 2) megfelelő jelenség?

<sup>146</sup> Az idézetek forrása: Engelbart, D. C.: Augmenting human intellect: a conceptual framework: summary report. California, Stanford Research Institute, 1962.

tés, amely a korai számítógépek műveleti sebességének, adattárolási kapacitásának és működési megbízhatóságának sok nagyságrenddel történő növekedéséhez vezetett. Egy másik szál az a működésmódot érintő, ugyancsak jelentős fejlődés, amely a valós idejű (real time), illetve az időosztásos géphasználatot (time sharing) és a hálózati kapcsolatok kialakítását hozta magával. Új programnyelvek, kis helyigényű, egyszerű operációs rendszerek, és speciális, könnyen használható szoftverek kifejlesztésére is szükség volt. Fontos szerepe volt a váratlan, új fejleményekben a számítógépes „ellenkultúra”, az „elektronikai populizmus” színes vonulatának. Ez volt a garázsokban és padlásokon összeszerelt gépek időszaka, ekkor jöttek létre Kaliforniában a számítógép-fanatikusok közösségei, mint pl. a Homebrew Computer Club (Házisütetű Számítógépes Klub), ahol Stephen Wozniak „Apple I.” nevű új komputerét 1976-ban bemutatta.

Az azóta eltelt alig negyedszázadnyi idő nem elegendő történeti távlat valamennyi összefüggés felfedéséhez, és egy tudományos igényű összegzés elkészítéséhez. Azonban néhány olyan fontos mozzanat megragadható, amelyek segítségével a kor, és a nagy jelentőségű újítás jobban megérthető.

A **Xerox Corporation** 1969-ben létrehozott egy kutatóintézetet azzal a céllal, hogy kifejlessze a jövő irodájának eszközrendszerét. A PARC (Palo Alto Research Center) azóta jól ismert fogalommmá vált. Az intézet vezetője Robert Taylor lett. Itt fejlesztették ki azoknak a hardver- és szoftverelemeknek nagy részét – kiegészítve az interaktív és együttműködő számítógép-használat elemeinek kimunkálásával –, amelyek lehetővé tették, hogy a 80-as évek közepén a kereskedelmi forgalomban is megjelenjen az új típusú személyi számítógép. A kutatócsoport talán legjelentősebb hozzájárulása a modern személyi számítógép megszületéséhez felhasználóbarát hardver- és szoftverrendszerek kifejlesztése volt. Az azóta grafikus felhasználói felületnek nevezett rendszer (Graphical User Interface, GUI) nagyon sokat segített a nem professzionalista géphasználóknak.<sup>147</sup> A rendszert WIMP-interfésznek is nevezik, mivel ablakok (Windows), ikonok (Icons), az egér (Mouse) és a legördülő menük (Pull-down menus) jellemezték. Az alapgondolat az íróasztaltető-metaphora volt (desktop-metaphor). A képernyőn – akárcsak egy íróasztalon – megjelenítették a munkavégzéshez szükséges eszközök ikonjait, illetve a munka tárgyát jelentő dokumentumokat, fájlokat, mappaszimbólumokat. Ezeket az egérmutatóval történő pozicionálással, illetve kattintással lehetett aktivizálni.<sup>148</sup> A képernyőn lehetővé vált a WYSIWYG, azaz: What You See Is What You Get (amit látsz, azt kapod) megjelenítés, vagyis úgy látjuk a dokumentumot, ahogyan az kinyomtatva fog kinézni. Ez szintén nagy segítséget jelentett az egyszerű felhasználóknak.

A technikai részletek mellett rendkívül jelentős volt a későbbi fejlődés szempontjából az a szemlélet is, ahogyan a fejlesztők az új típusú számítógép szerepéről, felhasználásáról gondolkodtak.<sup>149</sup> Jól reprezentálja ezt a szellemiségét az a tanulmány, amelyet Alan

<sup>147</sup> Az interaktív számítógép-grafikának az első megjelenése és a grafikus felhasználási felület kifejlesztéséhez vezető korai fejlemények egyike Ivan Sutherland 1963-ban alkotott Sketchpad-programja volt. Ez a szoftver lehetővé tette grafikai objektumok megjelenítését a számítógép képernyőjén, megengedte a kép manipulációját, és módot adott új típusú parancsbevitelre is.

<sup>148</sup> Mint oly sok ragyogó ötlet esetében bekövetkezett – írta Steven Levy a desktop modellről – elterjedése után már el sem tudjuk képzelni, hogyan is tudunk dolgozni nélküle. In: Gelernter, David: Ami működik, az csodálatos. A technika esztétikája. Vince Kiadó kft, Budapest, 1998.

<sup>149</sup> „Bush, Licklider, Taylor és Engelbart felfogásához hasonlóan... nem áramkörökről és programokról, hanem médiáról, tudásról és kreatív emberi gondolkodásról beszéltek” – írta H. Rheingold a Xerox kutatóiról korábban már idézett könyvében.

Kay<sup>150</sup> írt, és 1977-ben jelent meg a Computer magazinban *Személyes dinamikus média* (Personal Dynamic Media) címen. Nézzünk meg ebből egy részletet!

„Az eddigi emberi történelem során az ember és a média interakciója nem párbeszéd-szerű jellegű volt abban az értelemben, hogy a papíron lévő jelek, a festmény a falon – még a mozgókép és a televízió is – nem változott meg a néző kívánságának megfelelően. Egy matematikai egyenlet – ami akár az egész univerzum lényegét is átfoghatja – ha egyszer papírra van vetve, akkor mozdulatlan, és az olvasónak kell kibontani a benne rejlő lehetőségeket... Egy médium jellege attól függ, hogy az üzeneteket hogyan foglalja magába, hogyan jeleníti meg, és hogyan változtatja meg. Bár a digitális számítógép eredetileg aritmetikai számítások elvégzésére készült, az a tulajdonsága, hogy bármilyen megjelenített modell részleteivel képes szimulációkat végezni egyúttal azt is jelenti, hogy olyan médium, amely az összes többi egyesíti magában..., ez a »metamédium« aktív; azonnal válaszol a bevitt kérdésekre és parancsokra, – használatját be tudja vonni egy kétirányú párbeszéd folyamatba. Ez a médiatulajdonság soha azelőtt nem állt rendelkezésre – kivéve a tanári médiumot.... A Dynabook a kreatív gondolkodás dinamikus médiuma. Képzeld el önálló tudásnavigátorunkat, amely hasonló formájú és méretű egy noteszhez. Tegyük fel, megfelelő a teljesítőképessége ahhoz, hogy látásunkat és hallásunkat túlszárnyaló hatásokat generáljon, rendelkezik elég kapacitással, hogy felidézhető formában tároljon sok ezer oldalas referenci anyagot, költeményeket, leveleket, feljegyzéseket, recepteket, animációkat, zeneműveket, egyenleteket, dinamikus szimulációkat és bármit, amire emlékezni szeretnénk, vagy amit meg szeretnénk változtatni.”<sup>151</sup>

A fejlesztések eredményeképpen 1973-ban elkészítették a világ első, személyi használatra szánt számítógépét, amely (Palo Alto után) az Alto nevet kapta. A géphez egér és billentyűzet tartozott, a képernyő függőlegesen álló A4-es lapra emlékeztetett. A képmegjelenítés nem karaktársoros, hanem bitleképezéses (bit-mapped) volt, és a parancs-bevitelt grafikus felhasználói felület, ikonok és legördülő menük szolgálták. Az egymást átfedő ablakok is forradalmi újítást jelentettek, hiszen lehetővé tették egy korlátozott méretű felületen korlátlan számú kommunikációs csatorna létrehozását a felhasználó és a működésben lévő programok között. A számítógépből többet készítettek, és összekapcsolásukra kifejlesztettek egy új hálózati technológiát (ethernet). Kétségtelen: a Xerox fejlesztőműhelyében megalkottak egy, a korát több mint egy évtizeddel megelőző kommunikációs eszközrendszert. Talán ez volt az egyik oka ennek, hogy a vállalat akkori vezetői nem ismerték fel a jelentőségét, és az Alto soha nem került kereskedelmi forgalomba.

Az első, sikeresen forgalmazott és széles körben ismertté vált „személyi” számítógép (akkor mikrokomputernek nevezték) az Altair 8800 még semmiben sem emlékeztetett a mai PC-re. A készüléket Edward Roberts új-mexikói gyárában állították elő 1975-ben – számítógép-hobbistáknak.<sup>152</sup> Roberts így emlékezett erre egy, a személyi számítógép történetéről 1995-ben készült dokumentumfilmben:

<sup>150</sup> Alan Kay a Xerox PARC munkatársaként olyan komplex információtároló és -megjelenítő rendszerrel kapcsolatban végzett kutatásokat, amely a mai multimédia fogalomkörébe tartozik, és nagyon kifejezően a Dynabook nevet kapta. Az ő nevéhez fűződik az egymást át-, illetve elfedő ablakok ideájának kidolgozása is.

<sup>151</sup> Goldberg, Adele and Kay, Alan: „Personal Dynamic Media”. In: Computer, 1977.

<sup>152</sup> Ahhoz, hogy a személyi számítógép gyártása kirobbanó üzleti siker lehessen, szükség volt a kaliforniai „ellenkultúra” területéről jövő hatásokra – az elektronikai populizmusra, a számítógép-használat felszabadí-

„Voltunk néhányan akkoriban, akik epekedtünk a számítógépek után. A világ minden gépe nagy központokban volt elhelyezve és engedélyre volt szükség ahhoz, hogy valaki közel kerüljön hozzájuk. Az elképzelés, hogy lehet egy saját számítógéped, és azt tehetsz vele, amit akarsz – egyszerűen fantasztikus volt. Voltak emberek, akik lakókocsival várokoztak az üzem előtt várták, hogy elkészüljön a számítógépük.”<sup>153</sup>

A fejlődés ekkor ismét felgyorsult. Sok vállalat egymással versengve dobott piacra mikroszámítógépeket. Az a készülék azonban, amely hosszú időre meghatározta a személyi számítógép standardját, a Stephen Wozniak és Steve Jobs által 1977-ben készített Apple II. volt. Az Apple Computer vállalat sikere hozzájárult ahhoz, hogy 1981-ben az addig tartózkodó „óriás”, az IBM is kihozta a maga személyi számítógépét, az IBM PC-nek nevezett készüléket. Ezzel vette kezdetét a személyi számítógépek gyártásának és elterjedésének új korszaka.

Az akkori gépeket azonban nem volt könnyű kezelni. Ahhoz, hogy valaki a számítógépet használni tudja, komoly előzetes tréningre volt szükség. A gép vezérlése parancssorok begépelésével történt (Command Line Interface), és szó sem volt a Xeroxnál kifejlesztett grafikus felhasználói felületről, vagy az Engelbart által szerkesztett egér használatáról. A számítógép-képernyő akkori kinézését a „fekete tábla” metafora fejezi ki.

```
Searching for mouse...
PS/2 device found
EGA/VGA connected
Mouse driver installed.
DOSKey installed.
Packet driver for NE2000, version 11.4.3
Packet driver skeleton copyright 1988-93, Crynwr Software.
This program is freely copyable; source must be available; NO WARRANTY.
See the file COPYING.DOC for details; send FAX to +1-315-268-9201 for a copy.

System: i386 processor, ISA bus, Two 8259s
Packet driver software interrupt is 0x60 (96)
Interrupt number 0x5 (5)
I/O port 0x300 (768)
My Ethernet address is 10:00:5A:3D:CE:F5
Virtual packet driver for Windows 3
Portions Copyright 1991 Roger F. James
Packet driver skeleton copyright 1988-90, Russell Nelson.
This program is free software; see the file COPYING for details.
NO WARRANTY; see the file COPYING for details.

Packet driver is at segment 106A
Using old interrupt 0x60 (96)
C:\>
```

## 21. ábra: A parancssoros interface

A változás és az új számítógép-használati paradigma elterjedése szempontjából döntő volt az, hogy az Apple-alapító Steven Jobs 1979-ben meghívást kapott a Xerox Palo Alto-i számítógép-fejlesztő laboratóriumába. Az azóta legendává vált Xerox Parc műhe-

---

tása (computer liberation) és a hippimozgalom területéről jövő szellemi inspirációkra. Így pl. Ted Nelsonra, Steve Jobsra, Leo Felsensteinre, Stephen Wozniakra és másokra.

<sup>153</sup> Cringely, Bob: Triumph of the nerds: the transcripts. In: <http://www.pbs.org/nerds/ppqt3.htm>

lyeiben – ahogyan korábban láttuk – akkor már régen készen állt a jövő személyi számítógépe: az Alto. Steve Jobsra különösen a grafikus felhasználói felület tett mély benyomást. A legjobb dolog, amit életemben láttam („*The best thing I'd ever seen in my life*”) – mondta később a látogatásra visszaemlékezve.

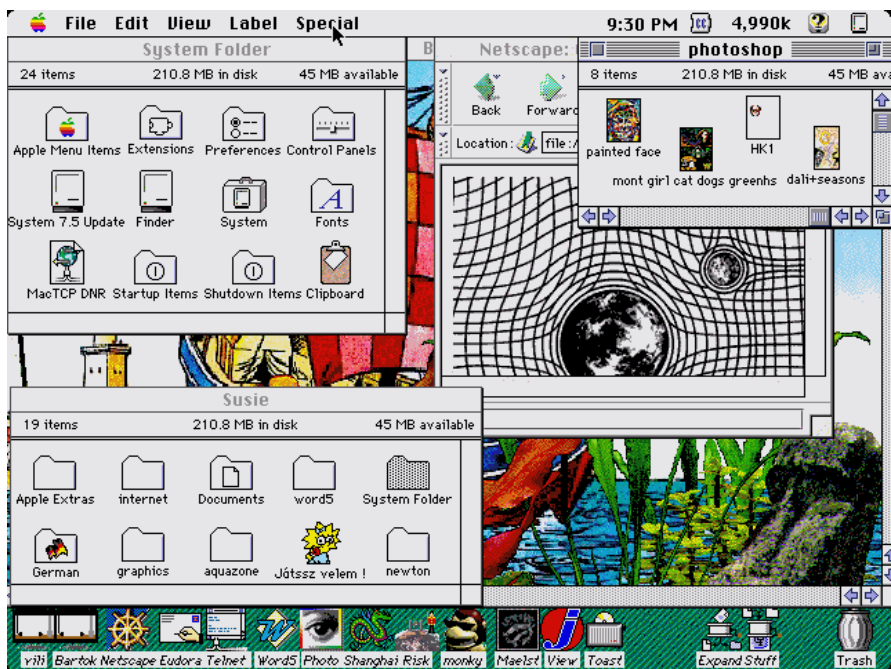
A „fekete táblával” szembelyezett ablakmetafora 1984-ben robbant be a köztudatba. Többéves fejlesztő munkát követően elkészült az első, kereskedelmi forgalomba kerülő, az új számítógép-használati paradigmát megtestesítő számítógép: az Apple Macintosh. 1984. január 24-én, az Apple cég reklámja főműsoridőben adta hírül Amerikában a nagyközönségnek: **itt a jövő személyi számítógépe, a Macintosh**, amely grafikus felhasználói felületével megtöri a fekete tábla unalmas, monoton, uniformizáló uralmát. Az egyperces reklámfilm (költsége kb. 1 millió dollár) a hatalmas képernyőről a Nagy Testvér szól a szürke egyenruhás, fegyelmeztetett figyelő tömeghez. Nyilvánvaló az utalás az IBM egyeduralkodására. Az óriási csarnokban csinos, színes tornaruhába öltözött lány tűnik fel, hatalmas kalapáccsal a kezében rohan a képernyő felé és a lendületből eleresztett pöröly szétzúzza a képernyőt. A Nagy Testvér helyett megjelenik a felirat: *Január 24-én az Apple Computer bemutatja a Macintosht, és meg fogja látni, hogy 1984 miért nem hasonlít 1984-re.*

A Macintosh új, impulzív, emocionális, képi szimbólumokon alapuló felhasználói kultúrát, új és más szellemiséget kölcsönzött a számítógép-használatnak. A reklámfilm valóban megmutatta a jövő trendjét.<sup>154</sup>

Az Orwell-parafrázis intellektuálisan izgalmas, az ellenfél meghatározása azonban (Big Brother = IBM) elhibázott volt. Az Apple valódi ellenlábasának a Macintosh számára programot készítő szakember, Bill Gates bizonyult. Steve Ballmer, a Microsoft második embere szerint Bill Gates számára 1982-ben lett világos, hogy a jövő a grafikus felhasználói felületé („it really clicked with Bill, that graphic user interface was going to be the way of the future”). A Microsoft Windows programjai ennek a felismerésnek a jegyében születtek, és a Windows ‘95-tel egyértelművé vált, hogyan használják az elkövetkezőkben a számítógépeket. Az új szoftverek kifejlesztői közül megemlítjük a magyar származású Charles Simonyinak a nevét, aki a XEROX legendás Palo Alto-i fejlesztőlaboratóriumában az első felhasználóbarát személyi számítógép (Alto, 1973) WYSIWIG szövegszerkesztőjének a tervezésében vesz részt.<sup>155</sup> Simonyi 1980 októberében – amikor a Microsoftnak még csak 32 alkalmazottja volt – találkozott Bill Gates-el. 1981-ben megkezdte a Word program kidolgozását. Scott McGregorral megalkotja a Windows operációs rendszert, és Jabe Blumentallal az EXCEL táblázatszerkesztőt.

<sup>154</sup> A történeti hűség okán el kell mondani, hogy 1984-et megelőzően már megjelent a piacon a grafikus felhasználói felületű számítógép – átütő siker nélkül, valószínűleg a magas ár miatt. (1983 Lisa, 1981 Xerox Star)

<sup>155</sup> Charles Simonyi ifj. Simonyi Károlynak született. Simonyi Károly professzornak, *A fizika kultúrtörténete* egyedülálló tudománytörténeti munka szerzőjének a fia.



22. ábra: A grafikus felhasználói felület

Napjaink személyi számítógépét „legszenbetűnőbben” az a felület jellemzi, ahol az ember-gép interakció „történik” – a képernyő. Az „**ablak**” a legtalálhatóbb megnevezése annak a lehetőséguniverzumnak, amelyet a személyi számítógép rendelkezésünkre bocsát.

A személyi számítógép jövőjét hiábavaló próbálkozás lenne felvázolni. Hiszen csak egy bizonyos: a jövő más lesz, mint amilyennek elképzeljük. Így ennek a fejezetnek a végén nem vállalkozunk többre, mint néhány, ma (2002-ben) valószínűnek látszó, küszöbön álló fejlemény jelzésére. A következő években a személyi számítógépek „szemfülesek”, és egyre okosabbak, olykor meglepően intelligensek lesznek. „Mechanikus”, buta gépekből figyelmes, szolgálatkész robotokká válnak. Gyors fejlődés várható az ember-számítógép interakció, és a számítógépek (illetve más elektronikus készülékek) egymás közötti kapcsolatainak területén. Az egyre okosabb, személyi igényeinkhez és preferenciáinkhoz igazítható szoftverek az információkeresés és -feldolgozás, valamint személyes ügyeink intézésének a mostaninál jóval kényelmesebb és hatékonyabb módját teszik majd lehetővé. A hangfelismerő rendszerek és az alak-, illetve mozgáselemző szoftverek új generációi egyre természetesebb kommunikációra teszik alkalmasabbá a gépeket. A kisméretű mobil kommunikátorok az ember-számítógép szimbiózis, és a globális hatókörű face-to-face kommunikáció új, ma még nem sejtett formáinak elterjedéséhez fognak vezetni. A nagyobb gépek pedig – egymással összekapcsolva – kifinomult periférikus szenzorok segítségével mindenütt ott lehetnek – anélkül hogy odamenének.





## 11. Információrobbanás, hipertext, multimédia, internet és a virtuális világkönyvtár

### 11.1. A génektől a mémekig

A központi idegrendszerrel rendelkező állatok számára – az érzékszerveiken keresztül beérkező információk alapján – környezetük leképeződik. A külvilágnak ez a belső reprezentációja a valóság modelljeként jelenik meg. Az ember fejlett központi idegrendszere, agykérgi apparátusa olyan kifinomult reprezentációt képes létrehozni, amellyel az állati agy modellalkotó képességét messze meghaladó teljesítményekre képes. Az ember szimbólumalkotó és szimbólummanipuláló képessége lehetővé teszi azt is, hogy belső reprezentációs modelljei túllépjenek az idő és a tér korlátjain. A szemiotikával foglalkozó fejezetben tanultunk arról, hogy az ember a saját maga által alkotott szimbólumok segítségével képes térben és időben távoli dolgok megjelenítésére, illetve olyan események, folyamatok és jelenségek elgondolására, amelyek a valóságban nem, vagy még nem léteznek. Az emberi agy arra is képes, hogy „belső elképzelésterében” a dolgok szimbólumaival műveleteket hajtson végre, például egy cselekvés következményeinek kipróbálását függetlenítse annak tényleges kivitelezésétől. Az emberi agynak ez a szimulációs képessége teszi alkalmassá az embert előrelátásra és belátásra, célok tételezésére, és a valóság sokoldalú, változatos modelljeinek kialakítására. Ezekhez a tulajdonságokhoz társul az ember veleszületett kommunikációs, együttműködési hajlandósága és rendszerszervező képessége.

Amikor az emberi szimbólumvilág a beszédkommunikáció segítségével kilépett az egyéni agyak lokális reprezentációs világából, és az emberi kisközösségek kommunikációjának eszközévé és kollektíven továbbfejlesztett tárgyává vált, megkezdődött az emberi evolúció új, minden addigi biológiai folyamatától alapvetően eltérő, messzemenő következményekkel járó szakasza, a **kulturális evolúció**. A kulturális evolúciót megelőző fejlődési szakaszban az emberre is a genetikai determináció volt jellemző. Az emberelődök lassú, évmilliók és évek százai alatt lezajlott fejlődését a különböző génváltozatok kombinációinak „alkalmassági vizsgálata” jelentette. A fejlődést a természetes szelekció irányította. Az ember éppen úgy „környezete gubójában” élt, mint állattársai. A genetikai determinizmus és a biológiai evolúció kizárólagosságát szüntette meg a szimbólumalkotó képesség megjelenése. Az ember számára lehetővé vált az itt és most korlátjainak, a közvetlen biológiai szükségsszerűség parancsának meghaladása, és megnyílt az új világok elgondolásának és megalkotásának lehetősége. Richard Dawkins angol genetikus Az önző gén című könyvében a kulturális evolúció folyamatának értelmezésére a génelméletre emlékeztető modellt alkotott. Az új evolúciós folyamat szelekciónak alávetett entitása, a „kulturális átadás egysége” a **mém**, amely nevét a görög mimézis és a memória szavak alapján kapta úgy, hogy a szókép és hangzás a gén szóra emlékeztessen. Dawkins a következőképpen írt erről könyvében:

„A mém lehet egy dallam, egy gondolat, egy jelszó, ruhadivat, edények készítésének vagy boltívek építésének módja. Éppúgy, ahogy a gének azáltal terjednek el a génkészletben, hogy spermiumok vagy peték révén testből testbe költöznek, a mémek úgy terjednek el a memkészletben, hogy agyból agyba költöznek egy olyan folyamat révén, amelyet tág értelemben utánpótlásnak nevezhetünk. Ha egy tudós egy jó gondolatot olvas vagy hall, akkor továbbadja kollégáinak és tanítványainak. Megemlíti a cikkeiben és előadásaiban. Ha egy gondolatnak sikere van, azt mondhatjuk, hogy agyról agyra terjedve elszaporodik.”<sup>156</sup>

## 11.2. Információrobbanás és világgönyvtár

Az emberiség kulturális evolúciója kezdetben – és hosszú ideig – kis csoportokban történt és lassan haladt. A csoport életére vonatkozó összes információ és idea – beleértve a csoport működését szabályozó eszméket, hiedelmeket és normákat – minden csoporttag számára ismert volt. A kiscsoport komplex mikrovilága, akciórendszere és értékrendje leképeződött a csoport valamennyi tagjának belső reprezentációs terében. A mémek szelekciója a csoportkultúra evolúciójának folyamatában történt, és a folyamat biztosította a csoport idearendszerének összeilleszthetőségét, az egyes ideák kompatibilitását. Az ember világa kiismerhető és áttekinthető volt. A tömegtársadalmak megjelenésével azonban a társadalom működését és benne az egyes ember szerepét meghatározó ismeretek, normák igen megszorodtak, többé már nem fértek el egyetlen agy reprezentációs rendszerében.<sup>157</sup> A növekvő társadalmi komplexitás által felvetett problémák megoldását egy új kommunikációs forradalom, az írás megjelenése segítette. A 15. században a könyvnyomtatás feltalálásával megnyílt a lehetőség az ideák széles körű elterjedésének, ez azonban magával hozta az információk túláradásának, a dokumentumok túltermelésének a lehetőségét is.

A könyvnyomtatás első századában becslések szerint kb. 20 millió kötet könyvet nyomtattak. A rákövetkező 16. században már kb. 200 millió, tehát egy nagyságrenddel nagyobb lett a nyomtatott könyvek száma, és a 20. század vége felé már évente annyi könyv jelent meg, mint az egész 18. században együttvéve.

A sok könyv hasznosságát illetően a kétségek is korán felmerültek. Leibniz a 17. században úgy látta, hogy az emberek visszahullanak a barbárságba, és „*ehhez igen sokban hozzájárul az a rémes könyvtömeg, amely napról napra növekszik. Szinte meghaladhatatlanná lesz a zűrzavar; végtelen sok szerző lévén, mindegyiküket az általános feledés réme fenyegeti*”.<sup>158</sup>

A francia Chateaubriand csaknem két évszázaddal később hasonlóan vélekedett: „*Régebben másképp fogták fel a történelmet, mint mi... Mentessültek e végtelen sok olvasmány alól, amely agyonterheli a képzeletet és a memóriát*...”<sup>159</sup>

Közben a könyvek, később a folyóiratok, újságok és egyéb nyomtatott dokumentumok száma tovább növekedett. Hozzájárult ehhez az újkori tudomány exponenciális növekedésével és a tudományterületek elkülönülésével, valamint a specializációval együtt járó közleményáradat, és a tömegkommunikáció kiteljesedése is. Az elektronikus

<sup>156</sup> Dawkins, Richard: Az önző gén. Budapest, Gondolat, 1986.

<sup>157</sup> Csányi Vilmos: Kultúra és globalizáció. In: 2000,

<sup>158</sup> Idézi: Tószegi Zsuzsa: A képi információ. Budapest, OSZK, 1994.

<sup>159</sup> Uo.

információörögzítésnek és -továbbításnak köszönhetően a papíralapú dokumentumokhoz elektronikusan létrehozott jelek, hangok, álló- és mozgóképek szakadatlan áradata társult, és ma komoly gondot okoz az információtömeg feldolgozása a könyvtáraknak, valamint a különböző információs, tájékoztató szolgálatoknak.

Már a 20. század első felében megpróbáltak megoldást találni a problémákra. Nem volt nehéz rájönni arra, hogy a könyvtárak dokumentumállományának tömörítettebb tárolása enyhítheti a helyszűkéből adódó gondokat. Felismerték a mikrofotográfia lehetőségeit; a belga Paul Otlet, a dokumentáció atyja már 1906-ban szabványosított mikrofilmeket ajánlott az írásos dokumentumok tárolására. 1925-ben Robert Goldschmidt-tal együtt elterveztek egy „mikrofotográfiai könyvtárat”, amely egy kisebb szekrényben annyi könyv tartalmát lett volna képes tárolni, ami egyébként csak 468 méter hagyományos könyvtári polcon fér el.<sup>160</sup> Hasonló tervek születtek levéltári dokumentumok archiválására is.

H. G. Wells, a híres angol fantasztikustörténet-író a harmincas években Diderot enciklopédiájának mintájára egy modern világciklopédia kialakításának gondolatát népszerűsítette, és megpróbált erőforrásokat gyűjteni a megvalósításhoz. Elgondolásában figyelemre méltó az a momentum, hogy az enciklopédiának nem kell szükségszerűen egy helyen lennie, hanem hálózat formájában létezhetne, mint egy jövőbeli világagy megvalósításának kezdete (...it might have the form of a network [that] would constitute the material beginning of a real World Brain.). Wells a világgönyvtár eszméjének terjesztésére és a megvalósítás elkezdéséhez szükséges pénz összegyűjtésének reményében előadókörútra ment Amerikába 1937-ben. Megpróbálta rábeszélni Rooseveltnél is a terv támogatására, az idő azonban nem volt kedvező: az emberiséget más problémák foglalkoztatták a nemsokára elkezdődő második világháború során.<sup>161</sup> Ezen problémák egyikének a megoldása azonban – ahogyan arról a 10. fejezetben tanultunk – mintegy melléktermékként (byproduct) magában hordta a világgönyvtár technikai alapjainak az ígértét is. Az új információszerzési eljárás gondolata – szimbolikus jelentőséggel abban az évben, amikor az ENIAC működőképpé vált – a háború végén fogalmazódott meg egy jelentős hatású tanulmányban.

### 11.3. Vannevar Bush és a memex koncepciója

A tanulmányt Vannevar Bush, a háború alatti amerikai védelmi célú tudományos programok irányítója jelentette meg 1945-ben (As we may think. Atlantic Monthly, 176, (1), 101–108. 1945. „Ahogyan gondolkodhatnánk” és „Út az új gondolkodáshoz” címen olvasható magyar fordítása).

Híres és gyakran hivatkozott írásában Bush azt vizsgálta, hogy a háború befejeztével milyen új feladatok várnak a tudóstársadalomra, a tudomány embereire. A fő problémának, amivel szembe kell nézni, azt tartotta, hogy: „*az új információk publikálásának üteme messze meghaladja azt a mértéket, amit képesek lennénk feldolgozni... a kutatási eredmények közlésére és áttekintésére szolgáló módszerek régen elavultak és mai igényeink kielégítésére teljesen alkalmatlanok.*”

<sup>160</sup> Buckland, Michael: A könyvtári szolgáltatások újratervezése. Budapest, OSZK, 1998. 22. o.

<sup>161</sup> Campbell-Kelly, M.–Aspray, W.: Computer – a history of the information machine. New York, Perseus Books, 1996.

Ebben a tanulmányában Bush leírta, hogy a szükséges információk nehézkes megtalálásának az oka a hagyományos információkereső rendszerek természetellenes működése:

*„Egy könyvtári keresőrendszerben a tárolt információkat alosztályról alosztályra követve találjuk meg – ha egyáltalán megtaláljuk. Ha pedig megtaláltuk, akkor először ki kell lépni a rendszerből és egy másik helyen újra bekapcsolódni. Az emberi agy nem így működik – írja Bush – hanem asszociációkat követve... az agysejtek által meghatározott bonyolult hálózatnak megfelelően.”*

Bush javaslata szerint a probléma úgy oldható meg, hogy ha olyan gépezetet készítünk, ami az emberi agyhoz hasonlóan asszociációk alapján teszi lehetővé az adatok előkeresését.

*„Az asszociációk révén történő keresés gépesíthető, szemben a könyvtári katalógus-keresés módszerével.”*

Bush az általa elképzelt berendezést „memex”-nek nevezte el, és tanulmányában részletesen leírja működését. Amit a „memex” (memory extender) lehetővé tesz, az nagyon emlékeztet egy mai interaktív személyi számítógépre: képernyővel, szkennerral, multimédia-enciklopédiákkal. Az asszociatív működés a hipertext rendszerű információ-szervezési elv első, rendkívül szemléletes megfogalmazása. Figyelemre méltó, ahogyan Bush meghatározta a jövőbeli gép és az emberi szellem viszonyát.

*„Az emberi gondolkodás nem helyettesíthető semmilyen gépezettel. Különbséget kell azonban tennünk kreatív gondolkodás és szellemi rutinmunka között. Az utóbbi helyettesíthető hatékony gépi segédeszközökkel.”<sup>162</sup>*

Talán a hipertextelv felvázolása a tanulmány legfontosabb hozzájárulása a későbbi fejleményekhez. A továbbiakban azt vizsgáljuk meg, hogy mi rejlik a fogalom mögött

## *11.4. Hipertext, multimédia és hipermedia*

### 11.4.1. Hipertext

A **hagyományos szöveg** lineáris, merev szekvencia szerint elrendezett egységekből tevődik össze egyrétegű, kétdimenziós fizikai szerkezetben. Van kezdete és befejezése, eleje, közepe és vége. Az olvasó szóról szóra, mondatról mondatra, oldalról oldalra, bekezdésről bekezdésre haladva ismeri meg a szöveg tartalmát. Ugyanez vonatkozik a hangszalagokra és filmekre is, azzal a további kötöttséggel, hogy a merev időtengelyre fűzött információk egyes elemeinek megjelenítése az információhordozó előre-hátra tekerésével, kényelmetlen és időigényes pozicionálással történhet meg. Ebben az esetben még nyilvánvalóbb a linearitás és az egységek merev szekvenciális rendje.

A **hipertext** egy új textualitás technikai megvalósítása. Egy hipertext rendszer kialakítása során a szövegen belül jelölőket (tag) helyezünk el. Így a korábban strukturálatlan szöveg tagolódik, adatbázisként is szolgáltathatóvá válik.<sup>163</sup> Az így kialakított hiper-

<sup>162</sup> Bush, V.: As we may think. In: Atlantic Monthly, 176, (1), 101–108. 1945.

<http://www.theAtlantic.com/atlantic/atlweb/flashbks/computer/bushf.htm>

<sup>163</sup> Egy ilyen eljárás az IBM által kifejlesztett SGML (Standard Generalized Markup Language) dokumentumleíró nyelv.

dokumentumban az információk egységei hierarchikus kategóriákba, illetve asszociatív kapcsolatokba szervezettek, ami az „olvasó” számára azt a lehetőséget nyitja meg, hogy az adathordozón levő tartalomkészletet nem előzetesen rögzített, tradicionális, lineáris formában, hanem egyedi választások szerinti utakon tárja fel. A hipertext egy tárgykör tartalmát diszkrét információegységekre tagolja, és közöttük elektronikus összeköttetésekkel hálózatszerűt hoz létre. A beépített relációk mentén az információegységek tetszés szerinti választásával a tematikai, szekvenciális, súlypontosítási lehetőségek köre a használó céljának, érdeklődésének és stratégiájának megfelelően határtalan (hypertext as multisequentially read text).

Természetesen a hagyományos szöveg merev, lineáris szerkezete is oldható lábjegyzetekkel, hivatkozásokkal, hozzáfűzött jegyzetekkel és egyéb kiegészítő részekkel. Olvasástechnikai módszerekkel is kiléphetünk a szöveg merev tér- és időmeghatározottságából. Ugyancsak fontos megjegyezni, hogy hagyományos szövegek és médiumok mentális reprezentációja során a hipertexthez hasonlóan komplex struktúrák, hierarchikus összefüggések alakulnak ki. Mindez azonban nem változtat a kódolt információk fentebb vázolt strukturális rendjén.

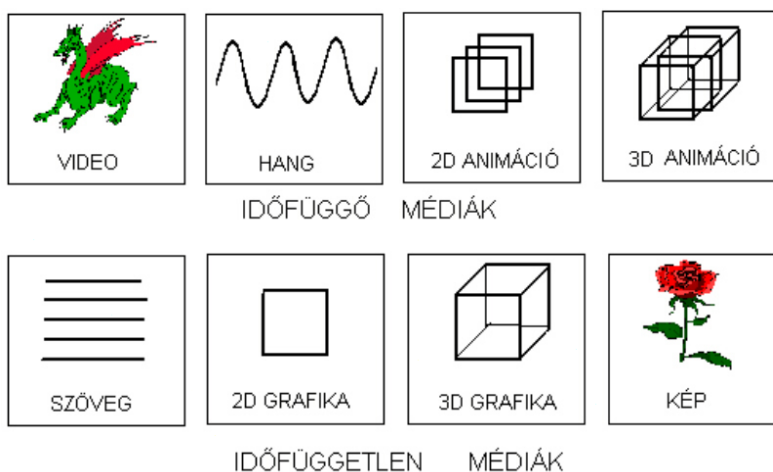
A hipertext-technológia által biztosított lehetőségek következtében változóban van a könyvtárakkal kapcsolatos felfogásunk. A jövő könyvtára releváns szöveg-szegmenseket fog szolgáltatni szemben a mai dokumentumszolgáltató könyvtárakkal.

## 11.4.2. Multimédia

A hipertextelv mellett a másik jelentős információszervezési eljárás a multimédia fogalommal foglalható össze. Nézzük meg, mit jelent a multimédia, és hogyan definiálható.

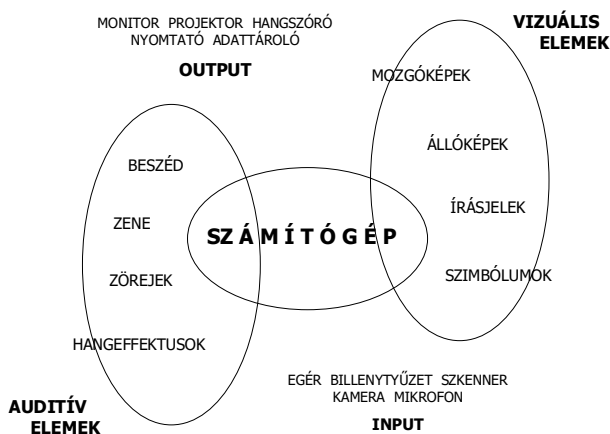
A multimédia a következő ismérvekkel jellemezhető:

- A különböző médiumtípusok egyidejű (szinkrón), illetve egymást követő (aszinkrón) használata egységes megjelenítő platformon történik.
- A különböző adatok tárolása, feldolgozása és megjelenítése a digitális technikák felhasználásán alapul.
- A megjelenítés technikai perfekcióját, gyorsaságát és komplexitását nagy teljesítményű mikroprocesszorok teszik lehetővé (számítógépes integráció).
- A felhasználó „párbeszédet” folytat a rendszerrel, amelynek során befolyásolni képes a rendszer működését, kiválthat hatásokat, és felidézhet tartalmakat (interaktivitás).
- Nem lineáris információelérési és interakciós technikák használata (hipertext).



23. ábra: Médiumtípusok

A multimédia-programok alapvetően vizuális és auditív elemeket alkalmaznak. Az adathordozó, illetve közvetítő csatorna lehet mágneslemez, optikai információtároló, illetve on-line szolgáltatás. A vizuális hatások megjelenítésére színes képernyő, LCD-kivetítő vagy projektor szolgál, az auditív kimeneti (output) eszközök pedig fülhallgatók vagy hangszórók. Az interaktivitást a bemeneti (input) szabályozó-kiszolgáló eszközök elektromechanikus vagy elektronikai készülékek (billentyűzet, egér, mikrofon, videokamera, érintésérzékeny képernyő stb.) teszik lehetővé. A virtuális realitás (VR) területén természetesen további input, illetve output egységek jelenhetnek meg, ezekkel azonban most gyakorlati okokból nem foglalkozunk.



24. ábra: Multimédia

A hipertext és a multimédia az információk új, a korábbiaktól teljesen eltérő szervezésének a két alapformája. Megjelenésük és elterjedésük messzemenő következményekkel járt az ember szimbolikus világát illetően, és a könyvtárak működésére is jelentős kihatással lesz. Az eljárások kifejlesztését és tényleges alkalmazásukat a számítástechnika, átfogóbb fogalommal az informatika fejlődése tette lehetővé. Ugyancsak a fejlett számítástechnika tette lehetővé a két információszerzési elv összekapcsolását, amelyet a hipermédia fogalommal jelölünk. Nézzük meg, ez mit takar!

### 11.4.3. Hipermédia

Ha a hipertext rendszerben a szövegegységek mellé eltérő kódolású információegységek is társulnak (videoszekvenciák, animációk, grafikák, képek, beszéd, zene, hangeffektusok), akkor beszélünk hipermediáról. Ebben az esetben a multimediális megjelenítés és a hipertext keresőrendszer kombinációjáról van szó, innen ered a név: hipermédia = hipertext + multimédia.

Az információszerzésben a harmadik, ugyancsak jelentős változást a számítógéphálózatok, mindenekelőtt az internet megjelenése okozta. A továbbiakban ennek kialakulásával ismerkedünk meg.

## 11.5. Internet

1957. október 14-én jelentős, az internet kifejlesztését nagymértékben befolyásoló esemény történt. A Szovjetunióban fellőtték az emberiség történelmében első mesterséges égitestet, a Szputnyikot. A RAND Corporation elemzői néhány nap eltéréssel megjósolták ezt az eseményt. Ők arra számítottak, hogy a szovjetek a fellövést 1957. szeptember 17-ére, Ciolkovszkij születésének századik évfordulójára időzítik.<sup>164</sup> A szervezet kutatói arra is felhívták a figyelmet korábban, hogy a nukleáris töltettel ellátott rakéták új fenyegetést fognak jelenteni. 1957-ben egyszerre nyilvánvalóvá vált: a Szovjetunió nemcsak kutyát, hanem atomtöltetet is képes föld körüli pályára juttatni. Jelentősen csökkenthette volna a váratlan nukleáris csapásmérés kísértését az egyik oldalon, a túl korai ellencsapás öngyilkos kockázatát a másikon, ha az amerikai védelem egy szovjet atomtámadást követően is meg tudja őrizni a válaszcsapás képességét. A kölcsönös elrettentésen alapuló békebiztosítás elemének leggyengébb láncszeme a parancsadó és ellenőrző kommunikációs rendszer volt. Ha a „minimálisan szükséges kommunikáció” képessége bármilyen körülmények között biztosítható és fenntartható lenne, akkor a világ jóval biztonságosabb hely lehetne – gondolták sokan az ötvenes évek végén. A probléma megoldására Paul Baran, a RAND munkatársa kidolgozta azt az információátviteli technológiát, amelyet ma csomagkapcsolt összeköttetés néven ismer a világ. A terv első körvonalai 1960-ban fogalmazódtak meg:

*„Megkezdjük a jövő digitális adatátviteli rendszerének a tervezését ...olyan rendszerét, amelyben számítógépek értekeznek egymással ...ahol az egyes üzenetek továbbításához szükséges »tudás« nem néhány központ, hanem a hálózat valamennyi kapcsolódó állomásának sajátja.”<sup>165</sup>*

<sup>164</sup> <http://www.theatlantic.com/atlantic/atlweb/flashbks/computer/bushf.htm>

<sup>165</sup> Paul Baran: Reliable digital communications systems utilizing unreliable network repeater nodes. In: RAND Corporation Memorandum P-1995, 27 May 1960, 1–2. In: Dyson, George B. idézett mű.



Baran zsenialitása abban mutatkozott meg, hogy tervében az információ továbbításához szükséges intelligencia és redundancia nemcsak a hálózat csomópontjai, hanem az üzenetek között is szétosztásra került. Elképzeléseinek kimunkálásához a kiindulási pontot Claude Shannon Thészeusznak nevezett elektromechanikus egere adta, amely akármerre indult is el az útvesztőben, mindig megtalálta a célt jelentő kijáratot. Úgy is lehet mondani, hogy a kutatás, amely azt vizsgálta, hogyan talál ki az egér az útvesztőből, elvezetett a világot átfogó kommunikációs rendszer megtervezéséhez és megépítéséhez.

A hálózat fizikai megvalósítása Licklider és közvetlen munkatársai irányítása alatt történt meg (Ivan Sutherland, Robert W. Taylor, Laurence Roberts). A katonai szükségesség mellett más, a számítógép-fejlesztés gyakorlatából adódó igények is szerepeltek a motiváló tényezők között, így például az ARPA által finanszírozott kutatócsoportok közötti jobb együttműködés, a számítógépes erőforrások megosztása és ésszerűbb felhasználása, a kutatások során összegyűlt információk gyorsabb kölcsönös elérése. A kutatók természetes kommunikációs és információmegosztási hajlandósága is hozzájárult a hálózat sajátos irányt vett fejlesztéséhez illetve használatához. Licklider korán megéreztte, hogy a számítógépek összekapcsolásával lehetővé váló új típusú kutatói közösségi kapcsolatok nagyon fontosak a további fejlesztések szempontjából. Egy 1963-as feljegyzésben csoportját tréfásan, de sokat sejtetően az „Intergalactic Computer Network” tagjainak, szövetségeseinek nevezi.

*„A csoportelőny tartalmát nehéz meghatározni... megpróbálok kimutatni néhány dolgot, amely kíváncsiságot tesz a csoport-, rendszer-, illetve hálózati működést”* – írja ugyanebben a feljegyzésben.<sup>166</sup>

Az első, kísérleti hálózatot 1969-ben hozták létre négy csomóponttal (University of California, Los Angeles, U.C. Santa Barbara, Stanford Research Institute, Palo Alto, University of Utah, Salt Lake City). A rendszert a kutatások szponzorának tiszteletére ARPANET-nek nevezték el. Ezzel elindult egy evolúciós folyamat, amelynek eredményeként kialakult a mai internet.

A hálózat kialakításának előkészítése közben érlelődött gondolatait Licklider egy 1968-ban megjelent, Robert W. Taylорral együtt írt újabb tanulmányban foglalta össze. Az írás címe: „A számítógép mint kommunikációs eszköz” nem hagy kétséget afelől, hogy az ember-számítógép szimbiózisban megfogalmazott új számítógép-használati paradigma jelentős kibővítéséről van szó.<sup>167</sup>

*„Néhány éven belül az emberek hatékonyabban fognak számítógép közvetítésével kommunikálni, mint szemtől szembe – szól az első mondat. – Úgy gondoljuk, olyan technológiai korbba lépünk, amelyben lehetőségünk lesz közvetlen interakcióra az eleven információk gazdag világával ... A kommunikáció kreatív vonásairól szeretnénk beszélni.”*

Ezek az első oldalon található mondatok jelzik, hogy a szerzők az emberi kommunikáció új korszakának eljövételére számítottak, amelynek új, plasztikus, dinamikus médiuma véleményük szerint a számítógép.

---

<sup>166</sup> Memorandum, 1963. <http://www.fixe.com/wizards/meno.htm>

<sup>167</sup> Licklider, J. R. C.–Taylor, Robert: The Computer as a Communication Device. In: Science and Technology, 1968. <http://memex.org/licklider.html>

*„(A számítógép) jelenléte alapvetőbben fogja megváltoztatni a kommunikáció természetét és jelentőségét, mint a nyomtatás vagy a televízió.”<sup>168</sup>*

Egy hálózatra kapcsolt, számítógépekkel segített munkakonferencia (valószínűleg az első) során szerzett tapasztalatok alapján a szerzők úgy gondolták, hogy az eddig elkülönült információfeldolgozás és információtovábbítás egyesítése intellektuális és társadalmi vonatkozásban egyaránt jelentős előnyökkel fog járni. Bevezetik a számítógéppel segített kommunikáció (computer-aided communication) fogalmát, és írják az on-line interaktív közösségekről, amelyek „nem közös hely, hanem hasonló érdeklődés alapján fognak szerveződni”. Felvázolnak egy jövőbeli intelligens, tanulásra képes programot is, amelyet Oliver Selfridge, a programkonceptió kidolgozójának tiszteletére OLIVER-nek (On Line Interactive Vicarious Expediter and Responder), azaz on-line interaktív helyettesítő ügyintéző és válaszolóknak neveznek. Megállapítják, hogy a társadalmi hatásokat illetően a legfontosabb kérdés az lesz, hogy az on-line kommunikáció privilégium lesz-e, vagy természetes jog. A tanulmány szerzői az oktatás területén is jelentős, pozitív fejleményeket vártak.

## 11.6. A World Wide Web

A grafikus felhasználói felületet, a hipertextet és az internetet Tim Berners-Lee kapcsolta össze integrált rendszerré. 1989-ben a genfi Cern kutatójaként javaslatot tett egy olyan hipertext alapú rendszer létrehozására, amely a különböző helyeken lévő számítógépeken „szétszórt” információkat egységes grafikai felületen képes kezelni.

*„A jelenlegi platformok és eszközök inkompatibilitása lehetetlenné teszi azt, hogy a létező információkat közös interfész segítségével érjük el... Potenciálisan rendkívül hasznos lenne a különböző rendszerek olyan integrációja, amely megengedné a felhasználónak, hogy olyan kapcsolatokat kövessen, amelyek egyik információról a másikra utalnak. Ez a rendszer, amely inkább leírható egy hálózattal, mint hierarchikus fastruktúrával vagy rendezett listával, jelenti a HyperText fogalom mögötti alapkoncepciót.”<sup>169</sup>*

Eredeti céljuk az volt, hogy a több adatbázisban szétszórtan található szakmai információkat speciális szoftverek segítségével a Cern részecskefizikusai számára könnyen elérhetővé tegyék. Az eredeti elképzelés szöveges dokumentumok és táblázatok elérésére vonatkozott.

Nem is gondoltak arra, hogy az általuk létrehozott teljesen új információs rendszert üzleti céllal szabadalmaztassák és hasznosítsák. A World Wide Web amerikai fejlesztők munkája nyomán vált multi- és hipermediálissá 1993 elején. Marc Andressen és Eric Bina megalkották a Mosaic hálózati böngészőprogramot, a Netscape elődjét. Ezt követően alakult ki a World Wide Web (www), az internet alapú globális hipermediarendszer úgy, ahogyan mai formájában ismerjük (2001).

A World Wide Web úgy működik, hogy az egyes információelemeket a tallózó szoftver (browser) keresi meg, és grafikai szimbólumok alkalmazásával kialakított „felhasználóbarát” felszínen, a weblapon megjeleníti. (Ez a megoldás a számítógéphasználatban járatlanoknak is lehetővé tette a különböző állományok keresését, a tallózást.) A weblap a WWW alapegységének tekinthető. A weblapok szövegeket és ábrákat

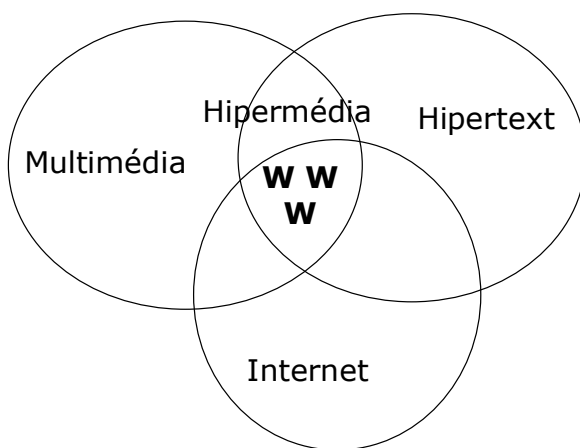
---

<sup>168</sup> I. m. 22. p

<sup>169</sup> T. Berners-Lee/R. Cailliau: World Wide Web: Proposal for a HyperText Project. Genova, CERN, 1989. In: <http://www.w3.org/pub/WWW/Proposal>

is tartalmaznak, felületükön kisebb-nagyobb ablakban mozgó képek, animációk, illetve videoszekvenciák is megjelentethetők. A rendszer hangállományok átvitelére és lejátszására is képes. A weblapok egyes részei (aláhúzással és/vagy eltérő színnel jelölt szövegrészek vagy képek) olyan más információkra utalnak, amelyek lehetnek ugyanabban az állományban, de másik számítógép adatbázisában is – bárhol a földkerekségen. Ezek az úgynevezett hiperlinkek (hiperhivatkozások) két részből állnak: a kiemelt szövegrész vagy grafika, és „mögötte” a cím, illetve utasítás, ami a tallózó számára megadja, hogy a szükséges információ milyen protokollal, melyik számítógép melyik könyvtárából hívható be. Ha a linket aktiváljuk, akkor képernyőnkön újabb weblap jelenik meg – amelyről tetszés szerint tovább „ugorhatunk” a világ bármelyik, az internethez kapcsolt számítógépére.

Valóra vált a tudósok dolgozósobájából kiindult álom. Korunk „memex”-e képes fénysebességgel megkeresni a világ bármely részén digitális formában hozzáférhető információkat, és azokat képernyőnkön megjeleníteni – messze túlteljesítve ezzel Bush eredeti elképzelését. Az információs korszak globális, egész világot átfogó hipermédia, illetve kommunikációs rendszere a World Wide Web nem más, mint a hipertext típusú információszerzés, a multimédia-prezentáció és az internet alapú kommunikációs kapcsolatrendszer integrációja.



25. ábra: Világháló

Ezt az új, „többdimenziós” információs univerzumot általában „hipertérnek” vagy „kibertérnek” (cyberspace) nevezik. A hipermédia-rendszerek információtartalma elvileg felölelheti a emberiség eddig összegyűjtött teljes ismeretkészletét. A rendszer komplexitása, hatalmas információtartalma és a hagyományostól eltérő szervezési struktúrája következtében az egyes információegységek elérésének, előhívásának technikai és mentális vonatkozásai különösen fontosak. Nagy jelentősége lesz az eligazodás – és a könyvtári szolgáltatások világában az eligazítás – képességének. A továbbiakban vizsgáljunk meg néhány fogalmat a navigációval kapcsolatban!

## 11.7. Navigáció

A hipermédia-rendszerek – szemben a lineáris, kezdet-vég struktúrájú hagyományos médiákkal – tetszés szerinti hozzáférésű médiumok. A hipertextrendszer egyes szavai (információelemei) összekötőként (link) szolgálnak egy másik információegységhez, amely az előző információra vonatkozó, azzal logikailag kapcsolódó további információkat jelenít meg. Az adott szövegelem tehát a magyarázat szövege helyett annak „elérési címét” tartalmazza plusz információként. A „címezett” egy másik információegység, amely lehet a gép merevlemezén, a CD-ROM-on, de – telefonvonallal összekapcsolt számítógépek esetében – egy másik (akár egy távoli kontinensen lévő) számítógép adatbázisában is. A rendszer információtartalma elvileg felölelheti az emberiség eddig összegyűjtött teljes ismeretkészletét is – és mindez egy otthoni számítógépről néhány kattintással elérhető lehet. Úgy is lehet fogalmazni, hogy *a hipertext nem lineáris médium szöveg és tudáskészlet között*. A hagyományos médiumok használata esetén az információk észlelése során kialakított kognitív séma logikai-időbeli struktúrája megfelel az információhordozó fizikai szerkezetének (kezdet-közép-vég). Egy hiperdokumentum vagy az internet világot átfogó hipermédia-rendszere esetében ez nem így van. A háromdimenziós „hipertérben” vagy „kibertérben” valamely tartalom mentális reprezentációja és a neki megfelelő fizikai információtároló rendszer struktúrája nem hozható fedésbe többé. Ebből eredően új módon kell megkeresnünk az adatbázisban meglévő információkat. Meg kell tanulnunk, milyen úton és milyen eszközök használatával lehet elérni valamely – számunkra fontos – tartalmat.

A navigáció során természetesen nehézségek is felléphetnek. Ilyenkor *dezorientációról* beszélünk, amelynek egyik formája az „eltévedés a hipertérben” (lost in hyperspace). Ez abból adódik, hogy a felhasználó nem tudja, hogyan lehet elérni az adatbázisban valamely információt, vagy elveszíti az áttekintést. *Konceptuális dezorientáció* keletkezik, ha a *felhasználó* a felbukkanó információ szemantikai összefüggéseit nem képes meglévő tudásrendszerébe integrálni. Ha a rendszer szerkezete, működése a használó számára túlzottan komplikált, *kognitív túlterhelés* (cognitive overload) jön létre.

## 11.8. Számítógépes információszolgáltatás

Az információrobbanás problémájának megoldására a hagyományos könyvtár-, illetve információtudomány és a könyvtári tájékoztatás, információszolgáltatás területén is történtek kezdeményezések.

A szakterület leginnovatívabb szakemberei a 20. század első felében a mikrofotográfiában találták meg a megfelelő eszközt a könyvek és folyóiratok tartalmának tömörebb tárolására. Arra is gondoltak, hogy ez a technika alkalmas lehet a dokumentumot leíró katalógustétel és a teljes szöveg összekapcsolására. Fremont Rider amerikai könyvtáros a következőket írta 1944-ben:

*„Miért nem kombináljuk könyveink mikroszövegét s ugyanannak a könyvnek a katalóguscéduláját egyetlen egységben? Más szóval miért nem rakjuk mikrokönyveinket saját katalóguscédulaik (jelenleg teljesen használatlan) hátlapjára?”*<sup>170</sup>

<sup>170</sup> Buckland, Michael: A könyvtári szolgáltatások újratervezése. Budapest, OSZK, 1998.

Ezekben a könyvtárak területéről kiinduló innovatív elképzelésekben megjelentek mindazok az elemek – a kompakt tárolás, a sokszorosítás könnyűsége, a teljes szöveg távoli elérhetősége, a hipertext stb. –, amelyek napjainkban az elektronikus-digitális informatikai rendszerek által lehetővé tett virtuális elektronikus könyvtárban realizálódnak. A mai fejleményekhez vezető folyamatok a számítógépek tájékoztatási célokra történő felhasználásával indultak el a hatvanas években. Az informatika forradalmian új fejleményeivel párhuzamosan a „hagyományos”, nagygépes számítástechnika; a könyvtárügy és információszolgáltatás területén szintén jelentős, de inkább evolúciós folyamatok kezdődtek. A számítógépeket egyre növekvő mértékben kezdték használni adattárolásra, sőt a háttértárolók különböző típusait fejlesztették ki. Ezekben a számokon túl betűket, szövegeket is tároltak (természetesen ezeket is bináris számjegyekkel kódolva), így kialakultak a nagy szöveges adatbázisok, információs rendszerek.

Havass Miklós megfogalmazásával:

*„...a számítógépeknek ez az újféle használata elvi változást hozott a számítástechnika alkalmazásában. A számítógép által feldolgozott adatok többé nem számok, paraméterek voltak, hanem információk, amelyeket ugyan digitálisan, szám alakban reprezentáltak a gépek, de amelyek releváns üzeneteket hordoztak... Ettől fogva kezdik a számítástechnika elnevezés helyett a tágabb értelmű informatikát használni.”<sup>171</sup>*

A könyvtári tájékoztatásban már a 20. század elején is problémákat okozott a tudományos-műszaki közlemények, dokumentumok egyre növekvő mennyisége. Lehetetlené vált egyetlen szakterületen belül is valamennyi közlemény elolvasása. Hogy a kutatóknak lehetősége legyen legalább a közlemények tartalmáról szóló rövid ismertetések átfutására – és így ki tudják választani azt, amit feltétlen el kell olvasniuk – elterjedt az úgynevezett referáló folyóiratok, később a témadokumentációk, szakirodalmi szemlék kiadása. A különböző szakterületekre specializálódott információszolgáltató intézmények az általuk gyűjtött elsődleges szakirodalmi dokumentumok (könyvek, folyóiratok, konferenciadokumentumok, szabadalmak, szabványok stb.) folyamatos feldolgozásával elkészítették ezek másodlagos dokumentumait, amelyekből bizonyos rendszerességgel – általában havonta, kéthetente – a referáló lapokat állították össze. A 60-as évektől a nyomdák működését is megváltoztatta a számítógépes automatizáció: a hagyományos nyomdai eljárásokat felváltotta a számítógépes fényszedés. Mivel a tájékoztató kiadványok (kötetkatalogusok, bibliográfiák, referáló folyóiratok stb.) hagyományos nyomdai előállítására rendkívüli munka- és időigényes volt, itt is áttértek az új technika felhasználására. A fényszedőgép képes arra, hogy a mágnesszalagra vitt adatokból a nyomtatandó szöveget beolvassa, a vezérlőjeleket értelmezze, és a szedőrendszert ennek megfelelő utasításokkal működtesse. A fényszedő számítógépek adatbevitelére használt mágnesszalagok az egyes füzetek tartalmával azonos, számítógéppel olvasható információforrásként mintegy melléktermékek álltak rendelkezésre. Kiderült, hogy maguk a szalagok is alkalmasak tájékoztatásra a referáló lapok mellett vagy azok helyett. Az 1960-as évek második felétől általánossá vált ez a szolgáltatás is. Erre épült a szelektív információterjesztés, illetve szelektív témafigyelés (Selective Dissemination of Information, SDI). A gépi információkereső technika gyorsan elterjedt a nagy szakkönyvtárakban és a nagyobb vállalatok könyvtáraiban.

A számítástechnika további fejlődésével, az adattároló kapacitások bővülésével és a hálózatok rohamos terjedésével lehetővé vált egy új információs technika, az on-line

---

<sup>171</sup> Havass Miklós: Paradigmaváltások. In: Magyar Tudomány, 1995/6.

szolgáltatások elterjedése. Nagy, profitorientált információszolgáltatók jöttek létre a vegyipar, az űrkutatás, a nukleáris technika, az elektronika stb. területén. Ezek a szolgáltatóközpontok sok tematikus adatbázist tartalmaznak és tesznek hozzáférhetővé. A hozzáférés on-line, interaktív üzemmódban történik, adatátviteli vonalakon keresztül.

A legújabb fejlemény az Internet, a World Wide Web és a professzionális információszolgáltató rendszerek „konvergenciája”. Ezzel elérkezünk a virtuális világkönyvtár ideájának megvalósulásához.



## 12. Az információs társadalom

### *12.1. A társadalmi formációk megnevezése, korszakjellemzők*

Az emberi történelem korszakait, a társadalomfejlődés szakaszait gyakran illetik olyan jelzőkkel, amelyek az adott társadalmi formáció domináns technikájára, a gazdaságban használt eszközökre, illetve anyagokra, vagy a kommunikáció jellemző és jellegzetes formáira utalnak. Így a régészek, történészek, társadalomkutatók az emberi társadalomfejlődés kezdeti szakaszait illetően beszéltek oldován, acheuli és moustier-i iparról, csont-fog-szaru korszakról (osteodontokeratikus kultúra), kőkorszakról, ezen belül paleolitikumról, mezolitikumról és neolitikumról, majd bronzkorszakról és vaskorszakról. Az ősi, vándorló csoportosulásokat törzsi társadalomnak, a letelepedett és földművelő ember világát pedig agrártársadalomnak nevezték el. Ezt váltotta fel a 18. század végén kezdődő ipari forradalom következményeként kialakult ipari, industriális társadalom.

A 19. században felfedezték az anyag atomos szerkezetét. A század elején John Dalton meghatározta az atomsúlyokat, a század végén pedig Joseph Thomson az elektron, Bequerel és a Curie házaspár pedig a rádióaktivitás felfedezésével megnyitották az utat a szubatomi világ megismeréséhez. A gyárakban óriási mennyiségű anyag felhasználásával hasznos termékek, beruházási és fogyasztási javak tömegét állították elő. Anyagszállításra szolgáló hálózatok fonták be a kontinensek felszínét (vasúthálózatok, hajózási csatornák), föld alatti anyagvezetékek, vízvezeték- és csatornarendszer kötötték össze a települések házait.

A 20. században fedezték fel az atommagokba zárt energia felhasználásának módját. A „hagyományos” kémiai energiaforrások köre kiszélesedett, mert egyre újabb felhasználási lehetőségek jelentek meg. A század végére a világ energiaigénye és fogyasztása rendkívüli mértékben megnövekedett. Ebben a században elektromos távvezetékek hálózta be a föld felszínét, és az áram csaknem minden település minden lakásába eljuthatott. A század egyik szimbóluma a fali konnektor lehetne, amely egyetlen mozdulattal korlátlan mennyiségű tiszta energia felhasználását teszi lehetővé.

A 21. század várhatóan az információ százada lesz. Kialakulóban van a digitális információfeldolgozás és jeltovábbítás egész világra kiterjedő hálózata. A sejtjeink DNS-molekuláiban tárolt genetikai információ hatásmódjának folyamatban lévő megismerése meg fogja változtatni az orvostudományt. Anyag-, energia- és információs hálózatok alkotják mai világunk infrastrukturális vázát, fenntartják és meghatározzák a globális világgazdaság és a világtársadalom dinamikus fejlődésének ritmusát. A vízcsap, a konnektor és az internet-csatlakozó együtt olyan szimbólumok is, amelyek kifejezik világunk három alapvető entitásának meghatározó szerepét mindennapi életünkben.

Ma általánosan elfogadott kifejezés az ipari társadalmat követő korszakra az információs társadalom, de nevezik tudástársadalomnak, illetve tudásalapú társadalomnak is. Az információs társadalom kifejezéshez gyakran hozzáillesztik a „globális” jelzőt is, amellyel az új formáció egyik lényegi, meghatározó ismérvét hangsúlyozzák. A globalizáció mint folyamatjelölő névszó önmagában is jellemzi a kort, a globális falu kifejezés pedig érzékletesen és szemléletesen jelzi a változás trendjét. A világ a neves kanadai



médiafilozófus, Marshall McLuhan 1962-ben megjelent könyvéből vette át a kifejezést (global village), de honfitársunk, Márai Sándor egy 1951-es naplójegyzetében is megtalálható: „A világ, hála a korszerűen fejlett közlekedéstechnikának, kezd globális méretekben vidékies lenni.”<sup>172</sup>

## 12.2. Az információs társadalom kezdetei

Az információs társadalom kialakulása szempontjából meghatározó tudományos felismerések, technikai felfedezések, illetve fejlesztések a negyvenes-ötvenes évek fordulóján kezdődtek. Az egyik alapvető, meghatározó fejlemény az elektronikus-digitális számítógép lendületes fejlesztése volt, de az alap kutatásban is történt egy nagyon fontos felfedezés: 1947-ben William Shockley, John Bardeen és Walter Brattain a Bell Laboratóriumban tranzisztort hozott létre. Ebben az időszakban kezdődött el az öröklődésért felelős molekula, a DNS szerkezetének feltárása, amelynek sikeréről 1953-ban a Nature folyóiratban számolt be James Dewey Watson és Francis Harry Crick, a két felfedező tudós.<sup>173</sup> Szinte csaknem egy időben kezdődött tehát – a 20. század közepén – az a két folyamatsor, amelyek a 21. század küszöbére az emberiség jövőjét erősen determináló tényezőkké váltak. Az ENIAC 1945-ös megépítését követően nemcsak a katonai fejlesztés, hanem a tudomány, az ipar és az üzleti élet világának figyelme is a számítógépek felé fordult. A fejlesztések fő sodra az Egyesült Államokban volt (ez azóta is változatlan), de a világ más, fejlett országaiban is hozzájárultak ehhez, máshol pedig igyekeztek követni a technológia gyors fejlődését, és átvenni az egyre újabb megoldásokat. A számítógépes forradalomnak nevezett folyamattal párhuzamosan fejlődött a molekuláris biológia, a genetika, és a DNS alapszerkezetének felismerése után nem telt el 50 év, az emberi génkészlet teljes összetételét, az öröklődésért, az emberi „minta” kibontásáért, működtetéséért felelős kódot is sikerült meghatározni. Azt is lehet mondani, hogy két kód, két egymástól eltérő, mégis egymással lényegi kapcsolatban álló információs rendszer került akkor az érdeklődés középpontjába: az öröklődés kémiai szerkezetben kódolt molekuláris, kémiai anyagba zárt nyelve és a bináris számjegyekkel kódolt gépi nyelv, a számszimbólumok „anyagtalan” világa.

1956–57-re teszik azoknak a gazdasági, politikai, társadalmi változásoknak a kezdetét, amelyek átvezettek az információs társadalomba. Amerikában a foglalkoztatottak körében ekkor haladta meg először a fizikai dolgozók számát az ügyviteli, információs, illetve a szolgáltató ágazatokban dolgozók száma. 1956-ban készült el az első tranzisztorokkal működő számítógép, és 1957-ben lőtte fel a Szovjetunió a Szputnyikot, ami Amerikában hatalmas volumenű katonai-műszaki fejlesztéseket indított el. Ma olyan vélemények is vannak, hogy akkor lehet információs társadalomról beszélni, ha az információs szektor, az információs ipar termelési értéke magasabb, mint az összes többi iparág együttes termelési értéke. Az is jó paraméter lehet az átmenet jelzésére, amikor egy ország lakosainak több mint 50%-a rendelkezik interneteléréssel otthon (2001-ben öt európai ország lépte át ezt a határt: Finnország, Dánia, Hollandia, Izland és Svédország).

<sup>172</sup> Márai Sándor: Napló 1945–1957. Budapest, Akadémiai/Helikon, 1990.

<sup>173</sup> Watson, J. D.–Crick, F. H. C.: A Structure for Desoxyribose Nucleic Acid. In: Nature, April 25. 1953, London.

### 12.3. A 70-es évek információs társadalmának víziói

Azt, hogy a 20. század második felében új társadalmi formáció van kibontakozóban, futurologusok, filozófusok, szociológusok és más, munkájuk tervezése során előre tekintő szaktudósok is jelezték írásaikban. Daniel Bell, a Harvard Egyetem szociológiai professzora az elsők között volt az előttünk álló új társadalmi-gazdasági fejlemények átgon-dolásában (The Coming of Post-Industrial Society. A Venture in Social Forecasting). Tudományos prognózisában azt jelezte, hogy a jövő társadalmában a tudás lesz a legfon-tosabb erőforrás. Úgy látta, hogy az ezredfordulóra az Egyesült Államok már tudásra épülő társadalom lesz. Könyvének címében a posztindusztriális szóval utal arra, hogy az új társadalmi formáció az indusztriális társadalom túlhaladását fogja jelenteni.

Az információs társadalom terminus technicus elterjedéséhez jelentős mértékben hozzájárult a japán Yoneji Masuda professzornak „Az információs társadalom mint posztindusztriális társadalom” című könyve. Ebben az 1980-ban megjelent írásában a japán tudós posztmateriális értékorientációjú jövőprogramot vázolt fel. A könyv bevezetésében a jövő információs társadalmának modelljét és vízióját mutatja be. Olyan társa-dalom terveit körvonalazza, amely az anyagi javak bőséges fogyasztása helyett az ember intellektuális kreativitását bontakoztatja ki. Szerinte az információs társadalom olyan új típusú emberi társadalom lesz, amely teljes mértékben különbözik a jelenlegi ipari társa-dalomtól. A társadalom átalakulása és fejlődése mögött álló hajtóerő az információs javak termelése lesz, nem pedig az anyagiaké. Modellje történelmi analógián alapul: szembeállítja egymással az ipari társadalom lényeges paramétereit, és azok feltételezett információs társadalmi megfelelőjét:

<b>Ipari társadalom</b>	<b>Információs társadalom</b>
Gőzgép (erő)	Számítógép (memória, szállítás, vezér-lés)
A fizikai munkaerő helyettesítése, ki-egészítése	A szellemi munkaerő helyettesítése, kiegészítése
Gyáripár (gépgyártás, vegyipar)	Intellektuális iparok (információs ipar, ismeretipar)
A tőke magántulajdona, szabad verseny, a profit maximalizálása	Közös és ismeretorientált infrastruktúra, szinergiaelv, a társadalmi előnyök el-sőbbisége
Reneszánsz (az ember felszabadítása)	Globalizmus (ember és természet szim-biózisa)

Masuda szerint az új társadalom értékelvű, középpontjában a szellemi és etikai érté-kek helyezkednek el. Magas szintű felelősségérzettel társult erkölcsi és intellektuális igényességet vetít a jövőbe, és ennek megfelelően sajátos értelmezést ad a globalizmus kifejezésnek is:

*„Az információs társadalom szelleme a globalizmus szelleme lesz, egy szimbiózisé, amelyben ember és természet harmonikusan tud együttélni, és amely etikailag szigorú önfegyelemből és társadalmi közreműködésből áll.”*

Bevezette az információs közmű fogalmát (Global Information Utility, GIU), ame-lyet a következőképpen határozott meg:

*„Az »információs közmű« nyilvános információfeldolgozó és -szolgáltató létesítményekből álló információs infrastruktúra, amely számítógépeket és kommunikációs hálózatokat foglal magában. E létesítmények segítségével bárki, bárhol, bármikor képes lesz az általa igényelt bármilyen információhoz könnyen, gyorsan és olcsón hozzájutni.”*

A modell gazdasági rendszere ún. információtengelyű, amely az alábbi posztulátumok alapján szerveződik:

- Az információ adja a társadalom gazdasági szükségleteinek alapját.
- A gazdaság és a társadalom maga is az információs értékeket termelő és felhasználó mag körül nő, illetve fejlődik.
- Az információ – mint gazdasági termék – fontossága meghaladja az árukét, az energiáét és a szolgáltatásokét.

## *12.4. Az információs társadalom ismérvei*

Milyen módon látjuk ma, 2001-ben az információs társadalmat? Mi valósult meg a Masuda és mások által felvázolt pozitív utópiából, és mi az, ami másképpen alakult, mint ahogyan azt ő elképzelte?

Az információs társadalom legmarkánsabban mutatkozó ismérveit és a belőlük kibontható trendeket az alábbi nyolc pontban foglaltuk össze:

1. Az információs társadalom jelenlegi fejlődési fázisában átalakulásban levő, gyorsan és folyamatosan változó, képlékeny társadalom. Ez az átmenetiség a társadalom alrendszerére is jellemző. Ezek interdependenciája a laterális hálózatosodás eredményeképpen felerősödött, és ez igen nehézzé teszi még rövidtávú prognózisok alkotását is.
2. Az információs társadalomban erős **technológiai determinizmus** érvényesül. Az infokommunikációs technika beépül a gazdaság és a társadalom minden részébe. A változások gerjesztője és azok ütemének meghatározója az információs és kommunikációs technológiák rohamos fejlődése. Annak a kumulatív fejlődési ciklusnak, amelyet Manuel Castells vázolt fel, a technikai-technológiai szint az alapja: a technológia fejlődése indukálja a gazdaság fejlődését, ez az alapja a társadalmi fejlődésnek, amelynek eredménye a kulturális és képzettségi szint növekedése, ez stimulálja a technológiai fejlődést és így tovább... Ez a hélix sikeres információs társadalmaknál felszálló ágat jelent, míg a sikerteleneknél lefelé halad.
3. Az információs társadalom a **globális világgazdaság** társadalma. A globalizmus itt egészen mást jelent, mint ahogyan azt Masuda elképzelte és definiálta. A gazdasági globalizáció a meghatározó, minden más csak ennek kísérőjelensége. A kultúra és az oktatás globális kiterjedése is elsősorban világgazdasági érdekekkel összekapcsolódva történik. A globális világgazdaság multidimenzionális képződmény. Kialakulását és működtetését az új infokommunikációs hálózati technikák tették lehetővé. A rendszer erősen szelektív, tetszés szerint képes ki- és bekapcsolni régiókat, ágazatokat és embereket. A termelésben **virtualizálódás** és **dematerializálódás** megy végbe, ami együtt jár az emberek közötti kapcsolatrendszerek gazdasági felértékelődésével, és a kommunikációképesség iránti igény előtérbe kerülésével. A korábbi tömegtermeléssel szemben az egyéni igények figyelembevételével.

lének normává válása „tömeges testreszabás” (mass customization) terjed el. Megváltozik a gazdaságban az idő és a tér fogalma, kibontakozóban van a „just in time” forradalom. A vállalatok tanulószervezetekké alakulnak át, és a tudásáramlás válik dominánssá az anyagi áramlásokkal szemben. A sikeres vállalati alkalmazkodás feltételei: a vállalati rugalmasság, a tanulás és a hálózatosodás.

4. Az információs társadalom **hálózati társadalom**. A hálózati működés logikája áthatja az egész társadalmat, annak összes alrendszerét és intézményét, a hálózat a 21. század elejének meghatározó együttműködési formája. A laterális módon összekapcsolódó szervezetek olyan rendszert alkotnak, amely nyitott és kellően rugalmas ahhoz, hogy érvényesüljön benne egy evolúciós jellegű alkalmazkodási-tanulási folyamat. A rendszer működésének alapelemei a nyitottság, nyilvánosság, információcsere, reciprocitás és interaktivitás.
5. Az információs társadalom **tudásalapú és tanuló társadalom**. A humán tőke erős szelekciós tényezővé válik. Felértékelődik a tudás, ezen belül a kommunikációs készségek, önérvényesítési kompetenciák, a hétköznapi civilizációs kulturáltság szerepe és az ezek kialakításához elengedhetetlen oktatás. Azok kerülnek előnyös helyzetbe, akik teljesítőképes tudással, jó személyi képességekkel rendelkeznek. Az oktatásban a humán erőforrásra vonatkozó új igényeknek megfelelő paradigmaváltás történik: Az „örökérvényű” ismeretek megszerzéséről áttevődik a hangsúly az alapkészségek, kompetenciák kialakítására. Az „egész életen át történő tanulás” igénye különösen értékessé teszi az önálló, hatékony tanulás képességét.
6. Az információs társadalom **információval telített társadalom**. A korábbi társadalmi formációkhoz képest jelentősen megnő az információ mennyisége a társadalomban, a társadalom valamennyi alrendszere információintenzív és információfüggő működésűvé válik. Az információs társadalom magas diverzitásfokú, nagy entrópiájú, heterogén civilizáció, mert a társadalom birtokában lévő sokrétű, differenciált és bonyolult eszköz- és intézményrendszer alkotórészei között szükség-szerűen sok információnak kell áramolnia.
7. Az információs társadalom új típusú tömegtársadalom. A 20. század tömegtársadalma átalakulóban van egy más típusú, **planetáris társadalommá**. Az átalakulás trendje olyan jellegű, mint amit a gazdaságban a tömegtermelés helyett jellemzővé váló tömeges testreszabás jelent. Hogy ez milyen következményekkel jár más területeken, ma még nem tudhatjuk. Csak az a bizonyos, hogy a tömegoktatás, tömegkultúra, tömegmozgalmak, tömegkommunikáció, tömegpusztító fegyverek a múlt századra jellemző fogalmak, és helyettük valami más fog megjelenni.
8. Az információs társadalomban megnövekednek az egyes országok, társadalmak, embercsoportok, emberek közötti különbségek. Lesznek olyanok, akik képesek lépést tartani az egyre gyorsuló változásokkal, és lesznek olyanok is, akik nem. A fő választóvonal a kulturális tőke területén húzódik. Akik rendelkeznek digitális írástudással, médiakompetenciával és a folyamatos önátprogramozás képességével, azok a nyertesek között lehetnek. Akik nem, azok a Castells-féle **negyedik világ** részét fogják képezni. Ez a fogalom azokat az embereket és területeket jelenti, akik/amelyek a globális hálózati versenygazdaság számára sem mint termelők, sem mint fogyasztók nem jönnek számításba. Az információs társadalom egyik nagy kihívása éppen ennek a problémának a kezelése: mi legyen azokkal, akik a **digitális szakadék** másik oldalára kerülnek?



## 13. Információkritika

Az információcsere változó formái és egyre újabb technikai eszközei általában kétféle, egymással ellentétes reakciót váltanak ki az emberekből. Vannak, akik lelkesen üdvözlők az új lehetőségeket, és pozitív elvárásokat fogalmaznak meg velük szemben, míg mások féltik a régi, megszokott és bevált dolgokat, technikákat, eljárásokat, és az újjal szembeni bizalmatlanságuknak adnak hangot. Mindkét megközelítésmódnak helye van, úgy is mondhatnánk, hogy komplementerek: egyazon dolog két egymást kiegészítő elemét képezik, és együttesen közelítik meg az igazságot. Ebben a fejezetben mégis inkább a kritikák ismertetésére helyezünk súlyt, mivel korunkra a túl gyors, és a nem mindig megfontolva és átgondoltan történő haladás a jellemző, ami együtt jár az újdonságok iránti – gyakran kritikátlan – lelkesedéssel. Az a történelmi tapasztalat azonban, hogy a mindenkor új információs technikák üdvös hatásaira irányuló idealisztikus elvárások általában nem teljesültek, óvatosságra kell, hogy intsen bennünket.

### 13.1. Korai információtechnológia-kritikák

Az információtechnika egyik korai kritikája **Platón** Phaidrosz c. dialógusában olvasható. Thoth egyiptomi isten, az írások védelmezője az írást dicsérve így szól a fáraóhoz: „*Ez a tudomány, király, bölcsőbb és tartósabb emlékezetűvé teszi az egyiptomiakat; mert az emlékezet és a tudomány varázsszerszámát találtam itt fel.*” A fáraó, Thamus erre így válaszolt: „*Ó, te ezermester Theuth, az egyik abban kiváló, hogy feltalálta a művészeteket, a másik viszont meg tudja ítélni, mennyiben járnak kárral és haszonnal azok számára, akik majd használják őket. Így most te is, mint az írás atyja, jóindulatból épp az ellenkezőjét mondtad, mint ami a valódi hatása. Mert éppen feledést fog oltani azok lelkébe, akik megtanulják, mert nem gyakorolják emlékezőtehetségüket – az írásban bizakodva ugyanis kívülről, idegen jelek segítségével, nem pedig belülről, a maguk erejéből fognak visszaemlékezni. Tehát nem az emlékezetnek, hanem az emlékeztetésnek a varázsszerét találtad fel. S a tudásnak is csak a látszatát, nem pedig valóságát nyújtod tanítványaidnak, mert sok mindenről hallva igazi tanítás nélkül azt hiszik majd, hogy sokat tudnak, pedig a valóságban általában tudatlanok és nehéz felfogásúak, hiszen csak bölcsnek tartják magukat, ahelyett hogy bölcsök lennének.*”<sup>174</sup>

**Leibniz** és **Chateaubriand** a könyveket illető kritikájáról az előző fejezetben már olvashattunk. **Henry David Thoreau** pedig így ír a Waldenben: „*Sietve táviró-összeköttetést létesítettünk Maine és Texas között. De van-e valami fontos mondanivalójuk egymásnak? (But Maine and Texas, it may be, have nothing important to communicate...)*”<sup>175</sup>

<sup>174</sup> Platón: Phaidrosz. In: Platón válogatott művei. Budapest, Európa, 1983.

<sup>175</sup> Idézi: Postman, Neil: Amusing ourselves to death. New York, Viking Penguin, 1984.

## 13.2. Régi és új keletű idolumok

A Marconi-konstelláció kibontakozása során számos kritikátlan lelkesedést fogalmaztak meg az éppen aktuális új médium várható hatásait illetően.

**Thomas Edison** 1922-ben úgy vélte, hogy a mozgókép elterjedése forradalmasítani fogja az oktatási rendszert, és hamarosan feleslegessé teszi a tankönyvek nagy részét. 1926-ban, az első rádióadó felavatásakor **Herbert Hoover** amerikai gazdasági miniszter azt jósolta, hogy az Amerikát behálózó adók el fogják terjeszteni a helyes és választékos nyelvhasználatot. 1939-ben **David Sarnoff**, az RCA technikai vezetője úgy látta, hogy a magas színvonalú tévéjátékok fogják országszerte lényegesen magasabb szintre emelni a közízlést. Napjainkban pedig gyakran a számítógép és az internet hatásainak túlértékelésével találkozunk. Nézzünk erre néhány példát:

*„Az információs társadalom nagy ajándéka, hogy mindenki számára hozzáférhetővé teszi a tudást!” „A világháló segítségével például a legeldugottabb tanyasi iskolában is a legkorszerűbb oktatási módszereket lehet alkalmazni.”<sup>176</sup>*

*„...a gyerekek felnőttek közreműködése nélkül is képesek lesznek tanulni, egyik nap Afrika földrajzában, másnap a biokémia csodájában elmélyedni... meghallgathatják De Gaulle elnök győzelmi beszédét, majd egy kattintással elmehetnek egy olyan Website-ra, ahol megismerhetik a dolog történelmi kontextusát.”<sup>177</sup>*

Az informatikai szakemberek általában túlbecsülik az információk, illetve az információkhoz való hozzáférés szerepét az oktatásban és a tanulásban:

*„Ígéretünk szerint az ország összes iskolájában lehetővé tesszük az internet használatát. Alkalmassint ez lesz a legnagyobb előrelépés ebben a században az oktatás terén”<sup>178</sup>*

*„Az internet és a PC-k egyvalamit alapvetően megváltoztatnak majd: a jövőben minden iskola valamennyi diákjának lehetősége nyílik arra, hogy közvetlenül hozzáférjen az információhoz.”<sup>179</sup>*

Gyakori az a hamis analógia is, amely abból indul ki, hogy az oktatásban ugyanolyan technikai felszereltségre van szükség, mint máshol. **Seymour Papert** eltűnődik egyik könyvében azon, hogy mi lenne, ha az elmúlt évszázadból időutazó sebészorvosok és tanárok csoportja „szakmai látogatásra” érkezne korunkba. Az orvosok nehezen igazodnának el egy mai műtőben – írja a szerző –, nem tudnák mire vélni az antiszeptiszis és az anesztézia rituáléját, zavarba ejtené őket a furcsa, villódzó és csipogó elektronikus készülékek látványa. A múlt századi tanárok azonban hamar feltalálnák magukat egy iskolai tanteremben, hamar átlátnák, hogy mi miért történik, és akár az óra vezetését is képesek lennének átvenni. A különbség oka: a közelmúltunk élénk tudományos-technológia fejlődése az emberi tevékenység számos területét nagymértékben átformálta (Papert szóhasználatával: megachange), míg az oktatás csaknem változatlan maradt.<sup>180</sup>

Ugyanez **Howard Gardnertől**: *„...Nem túlzás azt állítani, hogy az iskolák mit sem változtak az elmúlt száz évben..., ha varázslatos módon transzportálhatnánk néhány embert a századfordulós évekből, ismerősnek találnák az osztálytermekben zajló folya-*

<sup>176</sup> Interjúrészletek országos napilapokból.

<sup>177</sup> Esther Dyson: 2.0 Verzió. Életünk a digitális korban. Budapest, HVG Kiadó Rt, 1998.

<sup>178</sup> Bill Gates: Üzlet @ gondolat segítségével. Működik a digitális idegrendszer. Budapest, Geopen Könyvkiadó, 1999.

<sup>179</sup> Uo.

<sup>180</sup> Papert, S.: The children's machine: rethinking school in the age of the computer. New York, Basic Books, 1993.

matokat: a tanári előadás túlsúlyát, a monoton gyakorlást, a kontextusból kiragadott anyagokat és tevékenységeket – az olvasókönyvektől a rendszeres helyesírási dolgozatkig.”<sup>181</sup>

**Esther Dyson** is hasonló véleményt fogalmaz meg egyik könyvének az oktatás lehetőségeiről szóló fejezetében: „A huszadik század végén egy átlagos hivatali alkalmazottnak nagyságrendekkel több technikai eszköz segíti munkáját, mint egy átlagos tanárnak... a legtöbb osztályteremben még telefon sincs.”<sup>182</sup>

Paperthez hasonlóan ő is felteszi a kérdést: hogyan lehet az, hogy míg a legtöbb emberi tevékenység területén technológiai forradalom történt, az a mód, ahogyan gyermekeink tanulását segítjük elő, szinte semmit sem változott? Azok a kézenfekvő válaszok, hogy az emberi tanulás kevésbé technikafüggő, és hogy a leghatékonyabb tanulási „technológiákat” lehetővé tévő kulturális technikákat már régen feltalálták, a technofil érvelésekben fel sem merültek.

### 13.3. Kritikus vélemények az információtechnológiával szemben

Sokan vannak olyanok is, akik kételkednek az új eszközök és technikák mindenható-ságában, sőt, néhányan, kifejezetten károsnak tartják az iskolában történő kiterjedt felhasználásukat. Érdemes odafigyelni ezekre a hangokra is.

Theodore Roszak nálunk is megjelent könyvében arról ír, hogy nem sok jót vár az új technológiától.<sup>183</sup> Véleménye szerint a gépek iskolai bevezetésének útját a számítógép- és szoftveripar nyomása, a számítógépet körülvevő mítosz és az emberi hiszékenységgel egyengették. „A számítógépet a kereskedelmi érdek lendülete sodorta be az iskolába”<sup>184</sup> – írja Roszak. – Nehéz lenne még egy olyan korszakot találni, amikor egyetlen iparág ilyen agresszivitással avatkozott volna be az ország oktatási rendszerébe, és ilyen lelkes fogadtatásra (esetleg félénk behódolásra) talált volna az oktatók körében.<sup>185</sup> Az iskolák (pontosabban a divatra érzékeny hivatalnokok és az ideges szülők, illetve valamennyire a tanárok is) többnyire az edzett fogyasztók készségével és hiszékenységgel reagáltak a komputeripar kereskedelmi nyomására.<sup>186</sup> Aggodalommal figyeli a számítógépek tulajdonságainak félreismeréséből, és a számítástechnika lehetőségeinek túlértékeléséből adódó általános tudatzavart, az ebből eredő megalapozatlan elvárásokat, téves helyzetértékeléseket, mert mindezek hozzájárulnak a világméretű orientációs zűrzavarhoz.

„...oly korban élünk, amikor az emberi kommunikáció technikája hihetetlen gyorsasággal fejlődik; abban azonban, amit közlünk, nem következett be hasonló mérvű fejlődés. Mégis, a csodálatra méltó technika láttán könnyű arra a következtetésre jutnunk, hogy minél több elektronikus jelet vagyunk képesek továbbítani, több emberhez és gyorsabban, mint valaha, ez a kultúra szempontjából is haladást jelent – és hogy ennek a haladásnak a lényege maga az információs technika.”<sup>187</sup> „A számítógépet – mint a mesebeli császárt – nagyotmondó kijelentések ruhájába öltöztetjük. Az információ kezd ha-

<sup>181</sup> Gardner, H.: The Disciplined Mind. New York, Simon and Schuster, 1999.

<sup>182</sup> Esther Dyson: 2.0 Verzió. Életünk a digitális korban. Budapest, HVG Kiadó Rt, 1998.

<sup>183</sup> Theodore Roszak: Az információ kultusza. Budapest, Európa, 1990.

<sup>184</sup> I. m. 129. o.

<sup>185</sup> Uo. 109. o.

<sup>186</sup> Uo. 88. o.

<sup>187</sup> Uo. 35. o.



sonlítani arra a tapinthatatlan és láthatatlan, mégis szépnek talált selyemre, amelyből állítólag a császár ruháját szőtték.”... „Információs gazdaság... információs társadalom... Ezek a gyakran szajkózott közterek és klisék voltaképpen egy széles körben elterjedt kultusznak a hókuszpókusai. Mint minden kultusz, ez is fenntartás nélküli hűséget és belenyugvást követel a résztvevőktől. Elhítteti azokkal, akiknek fogalmuk sincs róla, mi az információ, vagy miért van rá szükség, hogy az információ korában élünk, amelyben a számítógépek azt jelképezik számunkra, amit Krisztus keresztyének darabjai a »hit korában« élő embereknek: a megváltást.”

David Shenk, az „Adatszennyezés” című könyv szerzője szerint is az oktatás színvonalának javításához nem biztos, hogy az iskolák „behálózása” a helyes út:

„Véleményem szerint számos érv szól amellett, hogy nagyon-nagyon skeptikusak legyünk ezzel kapcsolatban. Először is, ne felejtsük el, hogy az oktatás és az információ-szerzés nem ugyanaz. Ebben az országban már régóta nem probléma az információk gyors és olcsó beszerzése – régóta vannak nagy könyvtáraink, illetve megfelelő iskolai könyvtáraink. Az oktatás valójában az információk válogatását (technikáját és művészetét) jelenti. Van egy tanár, aki minden osztályban mindennap azt a kevés információt közli, amely az adott tudásszinthez illeszkedik, és kontextusba helyezi azt. Minden óra egy építőkö a gyerekek ismereteinek bővítésében – aztán kimennek az iskolából, és maguk szereznek új információkat, tanulnak meg új dolgokat.”<sup>188</sup>

Jürgen Mittelstrass filozófus egy internetről szóló tévéfilmben a következőket mondta: „Az információs szupersztráda feltételezi az ítélőképességet és az önálló, kritikus gondolkodást, azonban ezeket nem alakítja ki. Az autonóm, kritikus értelem kifejlesztésére az új információs technológiák nem alkalmasak”. Mittelstrass a túl könnyű és túlságosan gyors információelérés lehetőségét sem tekinti egyértelmű pozitívumnak: „Agyunk információfeldolgozó technikája olyan, hogy kis adagokban, fokozatosan képes felvenni, értelmezni az információkat. Ha egy szempillantás alatt minden megjeleníthetővé válik, akkor beáll a bőség zavara.”<sup>189</sup>

Clifford Stoll amerikai asztrofizikus és számítástechnikai biztonsági szakértő 1995-ben megjelent, világszerte nagy visszhangot kiváltó könyvében igen kritikusan vélekedik az internet és általában a számítógépek iskolai alkalmazásáról.<sup>190</sup> Könyve előszavában ezt írja: „... az új médium előnyeit mértéktelenül eltúlozzák, elvárásaink pedig távol állnak a realitástól, és rendkívül kevés kritikus hang szól a számítógép-hálózatok nem kívánatos kísérőjelenségeiről.” Stoll külön fejezetet szentel a számítógépek iskolai felhasználásának, és a fejezet címében feltett kérdésre (Iskolákról – számítógéppel vagy a nélkül?) nem is lehet kétséges a válasza: inkább számítógép nélkül. Saját tapasztalatát az elektronikus médiumok iskolai felhasználásáról a következőképpen összegzi: „Emlékszem a filmvetítésekre a gimnáziumban, ahová jártam; mindenkinek örömet okoztak. A tanárnak volt egy kis szabadideje, mi jól szórakoztunk, és nem kellett semmit sem tanulni. Nincs ez másképpen a számítógéppel és az internet hálózattal sem. Mindenkinek jó, de nagyon kevés tanulás történik.” A multimédiarendszerekről pedig az a véleménye, hogy „csokoládéval bevont könyvek, amelyek tovább csökkentik a gyerekek olvasási kedvét, hiszen ezek után a nyomtatott szöveget még unalmasabbnak fogják találni.” A

<sup>188</sup> Shenk, David: Data smog. New York, Harper Collins, 1998.

<sup>189</sup> Internet – das Netz der Netze. Tv film. /WDR / R: Martin Schneider.

<sup>190</sup> Stoll, Clifford: Silicon snake oil: second thoughts on the Information Highway. New York, Doubleday, 1995.

hipermédia is aggályos számára, hiszen „egy hipertextté alakított könyv szövege felhívás a tulajdonképpeni lényeg, a történet, az elbeszélés semmibe vételére.”

Véleménye szerint kár kétes határfokú, drága technológiákra pazarolni az iskolák amúgy is szűkös anyagi eszközeit. Hálózatba kapcsolt számítógépek helyett a tanároknak kisebb osztálylétszámokra, nagyobb szülői támogatásra és a társadalom elismerésére lenne szüksége. Nem hisz abban, hogy az informatikai eszközökkel könnyen és játékosan lehet tudást szerezni.

„Szeretném hinni – írja Stoll –, hogy a technológia hozzásegíti a diákokat a világ alaposabb megismeréséhez. Jó lenne, ha létezne olyan egyszerű módszer, amellyel a gyerekeket a jövő kihívásaira felkészíthetnénk. A tapasztalatok és a józan ész azonban inkább azt támasztják alá, hogy a tanulás nehéz és lassú folyamat... Nem tudjuk még, milyen hatása lesz a digitális varázslatnak az oktatás tartalmára. A gyerekek bolondulnak a számítógépért, és ha rákapnak, akkor minden más érdektelenné válik számukra. Egy könyv elolvasását unalmasnak találják, mert nincsenek benne hangeffektusok, és a saját fantáziájukra kell dolgozniuk.”<sup>191</sup>

Egy újabb interjúban Stoll a következőképpen erősítette meg korábbi véleményét:

„Annak a kérdésnek eldöntésében, hogy legyen-e számítógép a tanteremben, bizonytalan vagyok. Azt azonban biztosan tudom, hogy a számítógép nem alkalmas arra, hogy jelentősen hozzájáruljon a tanulás határfokának megjavításához. Az utóbbi 50 évben számos új eszköz jelent meg az iskolában, de semmi sem olyan fontos, mint egy jó tanár. Ami valójában számít a tanulási folyamatban: a jó tanár és a motivált diák. Nem fontos, hogy még a számítógép is ott legyen.”<sup>192</sup>

### 13.4. A multimédia túlértékelése

Szakemberek és laikusok körében is gyakori a kritikátlan optimizmus a multimédia-rendszerek és általában a számítógépek tanulási eredményességet fokozó hatását illetően. Úgy gondolják, hogy a technikai rendszerek alkalmazása olyan mértékben stimulálja és könnyíti meg az oktatást, hogy segítségükkel lehetségessé válik kiterjedt tudáskészletek csaknem automatikus transzferálása. Feléledni látszik az a remény, hogy a teljesítőképes tudás megszerzéséhez vezethet királyi út, ha rendelkezésre áll az újmódi tudástöltő nürnbergi tölcser: a számítógép. Teljesülni látszik a régi álom: a tudásra erőfeszítés nélkül tenni szert.

Werner Sacher professzor fenntartásokkal van ez iránt a fejlesztő szakemberek és oktatásirányítók, pedagógusok körében elterjedt lelkesedés iránt. A túlzottan optimista elvárások szerint három, nem egyértelműen bizonyított előfeltevésen alapulnak. (A feltevéseket normál, az ellenvetéseket dőlt betűvel jelöljük):

1. Ha képek, illetve filmek felhasználása didaktikailag kedvező, akkor további képek, beszéd, zene, hangeffektusok együttes alkalmazása még jobb eredménnyel jár.

*A modern oktatáskutatás szerint kétséges, hogy a több érzékszervet megcélzó (multi-sensory presentation) információközvetítés szükségszerűen eredményesebb, mint az egy*

<sup>191</sup> Clifford Stoll: Die Wüste Internet. Geisterfahrten auf der Datenautobahn. Frankfurt am Main, Fischer Verlag, 1996.

<sup>192</sup> Clifford Stoll: Prophet, unplugged. In: Mercury News Staff Writer, Friday, April 21, 1995.  
<http://spyglass.sjmercury.com/archives/stoll.htm>

*érzékszervre ható (mono-sensory presentation). Egyes vizsgálatok szerint gyors képszekvenciák, szöveg, kép, speciális effektusok egyidejű megjelenítése automatikus enkódlást vált ki, ezáltal meggátolja az anyag intenzív feldolgozását, megértését és megtartását.*

2. Ha egy kép többet mond el, mint ezer szó, akkor száz kép annyit ér, mint százezer szó.

*Ugyanakkor az is elmondható, hogy százezer kép kevésbé szabatos mint ezer szó. Előfordulhat az is, hogy a képek túlhalmozása a közvetítendő információ erejét nem fokozza, hanem gyengíti. A képekkel elmesélt történet nem hagy „üres helyeket” a képek generáló fantázia számára, és így gátolja annak működését.*

3. Mivel az agyban az információk feldolgozása és rögzítése során asszociációs rendszer alakul ki, a bemenet is akkor optimális, ha komplex, összekapcsolt információkat tartalmaz.

*Lehetséges azonban, hogy sokkal eredményesebb a tanulás, ha ezeket a kapcsolatok saját kognitív erőfeszítések révén állítjuk elő.*<sup>193</sup>

### *13.5. Neil Postman technológiakritikai nézetei*

Neil Postman amerikai társadalomtudós az új médiumok egyik legismertebb kritikus. Világszerte ismert könyveiben korunk technikai civilizációjának kritikáját fogalmazza meg. Szemlélete közel áll a 60-as évek médiafilozófusa, Marshall McLuhan felfogásához, bizonyos mértékig az ő szellemi örökösének is tekinthető. Mindketten nagy jelentőséget tulajdonítanak a televíziónak, amelyet korunk vezető médiumának és legnagyobb hatású tömegkommunikációs eszközének tekintenek. Ám míg McLuhan a televízióban és általában az elektronikus kommunikáció eszközeiben egy új kulturális forradalom pozitív ígéreteit látja, addig Neil Postman szerint ezek a társadalom kulturális identitásának és kohéziójának szétzilálásával fenyegetnek.

Postman az 1984-ben megjelent *Amusing Ourselves to Death* (Halálra szórakozzuk magunkat) című könyvében az új elektronikus médiumok, mindenekelőtt a televízió negatív hatásait elemzi.<sup>194</sup> A könyv előszavában kifejti, hogy miközben Orwell fenyegető próféciájára figyeltünk, elfeledkeztünk egy másik fenyegetésről, amit Aldous Huxley a Szép új világban fogalmazott meg: Orwell félelmével ellentétben nem az fog tönkretenni bennünket, amitől félünk, hanem az, amit szeretünk. „*Ez a könyv abból a feltételezésből indul ki, hogy talán Huxleynek van igaza*” – írja az előszóban.

A „Technopoly: the Surrender of Culture to Technology (A kultúra kapitulációja a technikával szemben)” című könyvben a technikai civilizáció átfogó kritikáját adja.<sup>195</sup> A technopoly kifejezés olyan társadalmat takar, amelynek középponti tevékenysége a technológia fejlesztése és a technikai eszközök felhasználása. Ennek a társadalomnak a kultúrája a technika szolgálatában áll, és az emberek gondolkodását az az elképzelés uralja, hogy technológiai innovációk segítségével paradicsomi állapotok érhetők el. A mindenható technika átformálja a társadalom tradicionális kötőelemeit, megváltoztatja a kultú-

<sup>193</sup> Sacher, W.: Interaktive Multimedia-Systeme und ihr Einsatz in Lehr-Lern-Prozessen. In: FWU Magazin. 5/1995. 2–6. o.

<sup>194</sup> Postman, Neil: *Amusing ourselves to death*. New York, Viking Penguin, 1984.

<sup>195</sup> Postman, Neil: *Technopoly: the surrender of culture to technology*. New York, Vintage Books, 1992.

rát, és a mindennapi élet észrevétlenül a technikai standardok alapján, gépszerűen fog működni. A jelentés nélküli, kontextusukból kiragadott információk fékezhetetlen áradata a társadalmat összetartó narratíva szétfoslását idézi elő, és az emberek a szimultán médiahatások örök jelenidejében fognak élni.

Postman írásából markáns technológia-, illetve médiakritika rajzolódik ki. Úgy látja, hogy minden technika adoptálása egy fausti alku: kapunk valamit, ami fontos számunkra, cserébe azonban le kell mondanunk valamiről, amihez pedig ragaszkodnánk. Véleménye szerint minden esetben, amikor egy technológia felhasználásáról döntünk, meg kellene fontolni három kérdést. Mi az a probléma, amire az adott technológia megoldást kínál? Valóban a mi problémánkról van-e szó? És talán a legfontosabb kérdés: Ha tényleges, legitim problémára jelent megoldást az adott technikai rendszer, használata során milyen új problémák keletkezhetnek? Postman úgy gondolja, hogy a technika ellenőrzése lehetséges, és az oktatás egyik fő feladatává kellene tenni ennek megtanítását. A diákoknak meg kellene ismerniük a technológia történelem- és társadalomformáló hatásait, tudniuk kellene, hogy a technikai eszközök használata hogyan befolyásolja az emberi pszichikumot. Ekkor talán elérhető lenne az, hogy mi használjuk eszközeinket, és ne azok minket (we are becoming tools of our tools). Postman nem tartja magát technopessimistának vagy technofóbnak. Szerinte túl sokan vannak, akik kiemelik az egyre újabb technikai megoldások előnyeit, hasznosságát, jótékony hatását, és túl kevesen azok, akik azt is megkérdőznék: mi az, ami elvész számunkra az új technika alkalmazásának következményeként. Önmagát ez utóbbi csoportba sorolja: az a meggyőződése, hogy tudatosítani kell a technológia negatív hatásait is. Egyfajta „technológiai ateista” egy olyan korban, amikor általános a technológiába vetett hit – olykor vakhit. Véleménye szerint az információáradat nem ad választ a ma lényeges kérdésekre. Az információhiány a 19. század problémája volt, de ez már régen megoldódott. Azok a korlátok már nem jelentenek problémát, amelyeket az időbeli vagy térbeli távolság, a szükséges anyagok hiánya stb. jelentett az információk terjedésében. Amivel ma szembe kell néznünk, az éppen a probléma „megoldásának” következménye: az információrobbanás, a jelentéktelen és jelentés nélküli, összefüggéseiből kiragadott információk halmaza. A kibertérben, az interneten az emberek túltöltekeznek olyan információkkal, amelyekkel nem tudnak mit kezdeni: gyakran még annak megítélése is kérdéses, hogy releváns vagy irreleváns adatokról van-e szó. A problémánk ma az, hogyan szűrjük ki a felesleges és hiteltelen információkat, a megmaradtakból hogyan építsünk tudást, és azt hogyan formáljuk át bölcsességgé. Ha mindenki rendelkezik hozzáféréssel, az még nem jelenti a probléma megoldását. A közönyvtárakban is mindenki hozzáférhet az emberiség összegyűjtött szellemi alkotásaihoz. Hányan olvassák el valójában ezeket a könyveket?

Postman véleménye szerint az iskolának nem az a feladata, hogy információkkal lássa el a gyerekeket. A számítógépek iskolai használatát illetően kritikus. A televízió már megmutatta, mi történik akkor, amikor két különböző médium vetélkedik a gyerekek agykapacitásáért. A mai gyerekek már televíziónézésre kondicionálva lépnek be az iskolába. A nyomtatott szöveg és a televízió képi világának konfrontációja minden nap megfigyelhető. Iskolai sikertelenségüknek ez az egyik oka. A gyerekek egy része nem képes arra, hogy rendesen megtanuljon olvasni; más részük tud, de nem akar olvasni. Nagyon sokan nem képesek néhány percnél tovább magyarázatra figyelni. Postman szerint ez nem a gyerekek hibája. Arról van szó, hogy a médiumok csatájában a rossz oldalra kerültek – legalábbis egyelőre. Úgy látja, hogy a számítógépek iskolai implementációja

egy négyszáz éves fegyverszünet és békés egymás mellett élés megtörését jelenti, amely a szóbeliség és a nyomtatott szövegek világa között alakult ki. A szóbeliség a csoportos tanulást, az együttműködést támogatja, a könyvek pedig az individuális, elkülönült, introspektív tanulást, az autonómiát és a versengést. A tanárok a tantermekben megtanultak egyensúlyt tartani a két ellentétes médium között, oly módon, hogy mindkettő előnyeit maximalizálták. Most jön a számítógép, és újra felemeli a személyre szabott tanulás és az egyéni problémamegoldás zászlaját. Hogyan és mikor fog új egyensúly kialakulni?

## 14. Jövőperspektívák

### 14.1. A jövő tanulmányozása

Jövőorientált korban élünk. Ennek számos oka van, amelyek közül a leginkább kézenfekvő a kommunikációs és információs technika/technológia hatalmas ütemű fejlődése. Gyorsuló, sőt száguldó időről beszélünk. Szeretnénk előre tudni, milyen kihívásokat jelent számunkra az információs és kommunikációs technika, a globalizáció és a hálózati világ. Fel kell tennünk a kérdést: lehetséges-e egyáltalán a jövő tanulmányozása, kutatása, létezhet-e tudományosan megalapozott jövőbe tekintés?

Az emberiség ősi vágya a jövőbe látás, a jövő megismerése. A jövőbe látás képessége – ahogyan ezt az első fejezetben is kifejtettük – az ember szimbólumalkotó képességén alapul. Ez teszi lehetővé azt, hogy elképzeljük és elgondoljuk – a létezőből kiindulva – a nem létező, illetve a létezőtől eltérő dolgokat, azok különböző változatait. A jövő befolyásolására az emberiség korai történetében a mágiák, tabuk és jóslatok szolgáltak. A vallások szintén számos, a jövőre vonatkozó elvárást és elképzelést tartalmaznak. Az ember arra is képes, hogy egy képzeletbeli jó állapotot, az emberi létezés és együttélés harmonikus módját fogalmazza meg. Ezek az utópiák, amelyek az emberiségnek a kíváncsi jövőről alkotott képét és magát az emberi történelmet is befolyásolták. Az utópiák két alaptípusa ismert: a moralizáló és a szociologizáló utópia. A jövőről való gondolkodás regényes narratívákban megnyilvánuló formája a science-fiction, amelynek gyökerei a 17. századig vagy még tovább nyúlnak vissza, de elterjedt és nagy hatású irodalmi műfajjá a 20. században vált; a század középső szakaszában a tudományos-fantasztikus irodalomnak komoly kulturális szerepe is volt.

Tudományyá a jövőkutatás a 20. században vált. Két fő iránya a **prognosztika** és a **futuroológia**.

A prognosztika a társadalomban, a tudományban, a technikában és a gazdaságban megfigyelhető jelenségekben fellelhető összefüggések és szabályszerűségek alapján azt vizsgálja, hogy a múltból a jelenbe vezető fejlődéstendenciák milyen hosszú időn keresztül, milyen intenzitással, milyen valószínűséggel élnek tovább a jövőben.

A hangsúly itt a múlt és a jelen eseményeinek, folyamatainak, tendenciáinak jövőbeli valószínűsítésére helyeződik. A prognosztika tudományos módszerei közé tartozik az idősorok elemzése, a statisztikai értékelések, ökonometriai vizsgálatok, és a rendszerelmélettel kapcsolatos tudományterületek módszerei.

A 20. század második felében számos olyan előrejelzés született, amelyek az ezredfordulót célozták meg. Ezek közé tartozik Daniel Bell a 11. fejezetben említett társadalmi prognózisa, vagy Baade Versenyfutás a 2000. évig című műve (1961) és Kahn–Wiener The Year 2000 című elemzése (1968).<sup>196</sup> A nagy időhorizontú, komplex folyamatok előrejelzésében fontos szerepet tölthettek be az 1968-ban alapított Római Klub jelentései, globális világmodelljei.<sup>197</sup>

<sup>196</sup> Baade, Fritz: Versenyfutás a 2000. évig. Budapest, Közgazdasági, 1965. H. Kahn–A. Wiener: The Year 2000. A framework for speculation on the next thirty-three years. New York, Macmillan, 1968.

<sup>197</sup> Például: Meadows: The limits of growth. New York, Universe, 1972.

A jövő kutatás másik iránya a **futuroológia**. Erre a módszerre a komplex megközelítés jellemző, a jövőbe vezető technikai és társadalmi fejlődés egészét tartja szem előtt. Az egyes trendvonalakat belső összefüggéseiben is vizsgálja azzal a céllal, hogy a társadalom elébe menjen a változásoknak és aktív szerepet vállaljon a kívánt jövő bekövetkezésének elősegítésében. A futuroológiára a problémakörök távlatos, nagyobb időhorizontú komplex megközelítése a jellemző. Szemlélete integráltabb és filozófikusabb, mint a prognosztikáé, bátrabban vázol fel víziókat.

A futuroológia célja olyan normatív szemléletű komplex jövőkép felvázolása, amely a jövő nagy problémái megoldásának igényét sugallja, körvonalazza a megoldás, a megoldhatóság különböző, lehetséges, elképzelhető formáit, módjait, és a felmutatott jövőt általában vonzónak és kíváncsnak festi le.

A mai jövő kutatásban mindkét eljárás polgárjogot nyert, és az egyes problémák megközelítése során általában szintézisükről van szó. A jövő kutatással kapcsolatosan két dolgot mindenesetre mindig szem előtt kell tartani:

- A jövővel csak valószínűségi alapon lehet foglalkozni.
- A jövőre vonatkozó állítások verifikálása vagy falszifikálása csak akkor lehetséges, amikor a jövő bekövetkezik, és így múlttá válik.

A jövőnek négy „virtuális tartománya” különíthető el a jelenhez képest. A változatlanul maradó vagy a jelenhez képest csak lényegtelen mértékben változó tartomány a konstans jövő. Ami visszafejlődik, gyengül, esetleg el is tűnik majd, az a hanyatló jövő tartományát képezi. Ami töretlenül, folyamatosan fejlődik tovább, az a folytatódó jövőt jelenti. Hogy a mai jelenségek, folyamatok, dolgok melyikbe fognak tartozni, azt teljes bizonyossággal ma senki sem tudhatja. A ma még egyáltalán nem – vagy észre nem vehetően – mutakozó, de a jövőben jelentőssé, esetleg meghatározóvá váló dolgok képezik a jövő legizgalmasabb tartományát. Ez a kreatív, teremtett jövő tartogatja számunkra a legtöbb meglepetést, és ez a legkevésbé prognosztizálható.

A jövő egyszerre kihívás és lehetőség számunkra, szeretnénk rá felkészülni. A felkészülés részét képezi az, hogy tegyük meg a szükséges lépéseket a jelenben a kívánt jövő eléréséért, és távolítsuk el azokat az akadályokat, amelyek ennek a jövőnek a bekövetkezését gátolják, vagy egy nem kívánt jövő bekövetkezését valószínűsítik.

## *14.2. Az infokommunikációs technológia fejlődési trendjei*

Ha az információs társadalom jövőjéről gondolkodunk, akkor tudatában kell lennünk annak, hogy a változások generálója egy új kommunikációs forradalom kibontakozása, amelynek alapját az információs technológia robbanásszerű fejlődése képezi. A változások metatrendjét tehát az új infokommunikációs technológiák határozzák meg. Valószínűsíthető, hogy a kumulálódó változások és a sokrétű laterális hatások következtében a társadalom fejlődése inflexiós ponthoz érkezett. Tudnunk kell, hogy ilyenkor a prognózisok alapját képező extrapolációk érvényessége a normál fejlődési szakaszokra jellemzőnél jóval korlátozottabb.<sup>198</sup> Az a tény, hogy a technológia robbanásszerű változásaival párhuzamosan az emberiség értékrendszerében, a társadalmi normákban és a társadalom

<sup>198</sup> Havas Miklós: Lehetőségeink az információs társadalomban. In: Az információs társadalom, Bp. 2000. (Magyarország az ezredfordulón. Szerk.: Glatz Ferenc.)

kapcsolatrendszerében is változások vannak folyamatban, tovább nehezíti az előrejelzést. Az elég erős bizonyossággal kijelenthető, hogy a technológia fejlődése fogja továbbra is a változások motorját jelenteni. Nézzük meg, mi prognosztizálható ezen a területen.

A mögöttünk levő évtizedben (1990–2000) több olyan előrejelzés is született ezen a területen, amelyek relevanciája elég erősnek látszik ma. Ezek közül két, különösen figyelemre méltó jövőképet nézünk meg részletesebben. Az egyik Marc Weisernek, a XEROX egykori főkonstruktorának futurologiai jellegű előrejelzése. A tanulmány, amelyben Weiser jövőképét kifejtette 1990-ben jelent meg a Science tudományos folyóiratban.<sup>199</sup> Marc Weiser a számítógépek fejlesztésének és használatának négy korszakát különbözteti meg:

1. A *mainframe-korszak* – amikor egy számítógépen sok felhasználónak kellett osztozni.
2. A *személyi számítógépek kora* – amikor egy személyhez egy számítógép tartozott.
3. Az *internetkorszak* – amikor a hálózaton keresztül sok géphez lehet hozzáférni.
4. A mindenütt jelenlévő *hátterszámítógépek kora* – amikor mindenkire sok számítógép jut.

A szerző abból indul ki, hogy a mai számítógépek túl nagyok, kezelésük nehézkes és kényelmetlen, a gépek nem érzékelik környezetüket – beleértve ebbe más számítógépek jelenlétét is –, egymástól elszigetelten működnek, vagy túl specifikus és sérülékeny módon kapcsolhatók össze – egyszerűen túlzott figyelmet és ráfordítást igényelnek. A hétköznapiak igazán hatékony technológiái – mint az írás vagy az elektromotorok – szinte észrevétlenné váltak, beleolvadtak a környezetükbe, és ma már semmivel sem hívják fel magukra a figyelmet. Nem igényelnek tudatos odafigyelést, de mindig készen állnak arra, hogy szolgáltatásaikat azonnal igénybe vehessük. Tetszés szerint, gondolkodás nélkül élni tudunk az általuk biztosított lehetőségekkel, így nem rájuk, hanem feladatainkra, céljainkra koncentrálhatunk. Weiser úgy véli, hogy a számítógépekkel is akkor tudunk természetes könnyedséggel és az előbb említett technológiák felhasználásához hasonló hatékonysággal élni, ha már nem lesznek a középpontban.

Milyenek lesznek ezek a jövőbeli számítógépek? Először is nem néznek ki „számítógépnek”. Valójában a legkülönbözőbb méretű – bélyegtől falitáblaig terjedő nagyságintervallumban – és változatos formájú, különböző funkciójú hardver- és szoftverelemek fognak körülvenni bennünket. Rengeteg ilyen készülék lesz egy-egy helyiségben, illetve egy-egy ember szolgáltatásban, azonban – a falban futó vezetékekhez hasonlóan – többnyire észrevétlenek maradnak. Különböző frekvenciájú elektromágneses sugárással fognak kapcsolatot tartani egymással és az épületekben, utcákon elhelyezett érzékelőegységekkel, és folyamatos kommunikáció révén intelligens környezetet alkotnak. A mindenütt jelenlévő számítógépeknek azt is kell majd tudniuk, hogy ők éppen hol „tartózkodnak.”

Ebben a jövőbeli világban „*az ajtók csak a megfelelő névkártyát viselő személy előtt nyílnak meg, a szobák nevükön köszöntik a belépőket, a telefonhívások automatikusan oda irányítódnak, ahol a hívott tartózkodik, a portás mindig tudja, ki hol van, a számítógép-terminálok számon tartják a velük dolgozók előjogait, és a határidőnaplók maguktól töltődnek ki. Amikor többen ugyanabban a szobában időznek, a megbeszélések témáját különböző állományokból a terem képernyőjére hívják.*”<sup>200</sup>

<sup>199</sup> Weiser, Mark: A jövő század számítógéprendszerei. In: Tudomány, 1991. november.

<sup>200</sup> Weiser, Mark: A jövő század számítógéprendszerei. In: Tudomány, 1991. november.



A készülékek háromféle hálózathoz kapcsolódnak majd: egy rövid és egy hosszú hatótávolságú vezeték nélküli és egy nagy átviteli sebességű vezetékeshálózathoz.

„Amikor a valóra vált virtualitás révén a számítógépek a háttérbe olvadnak, az egyén számára inkább a kapcsolat másik végén levő ember lesz fontos” – írta Weiser. Majd így folytatta: „munkatársaimmal úgy gondoljuk, amit háttér-számítástechnikának mondunk, az a következő húsz év alatt fokozatosan a számítógép-használat legáltalánosabb formájává válik. A személyi számítógépekhez hasonlóan a háttér-számítástechnika sem fog sarkalatosan újat hozni, ám mindent könnyebbé és gyorsabbá téve, a megerősítés és a lelki igénybevétel csökkentésével mindent átalakít majd, amit egyáltalán lehet.”<sup>201</sup>

A híres Weiser-vízió befejező gondolatai pedig valóban szép és vonzó jövőképet vázolnak fel: „A legfontosabb azonban, hogy a háttér-számítástechnika segít megbirkózni az információrobbanással. Ha az erdőben, fák között sétálunk, kisujjunk hegyét is több információ éri, mint amennyi egy számítógépes rendszerben van, s lám, fák között sétálni mégis megnyugtató, a számítógépek pedig idegesítőek. Az emberi környezetbe illeszkedő, és az embert a maguk gépvilágába mégsem kényszerítő eszközök jóvoltából a számítástechnika frissítő hatású lesz, akár egy erdei séta.”<sup>202</sup>

A másik előrejelzés, amelynek fő vonalaival érdemes megismernednünk, az a projekt, amelyet Michael Dertouzos, a MIT Computer Laboratórium igazgatója vázolt fel több tanulmányában.<sup>203</sup> Dertouzos jövőre vonatkozó elképzelései inkább prognózis jellegűek, a jelenlegi trendek meghosszabbítását, kibontását és kiegészítését jelentik. Nagy igényű kutatási-fejlesztési programról van szó, amely az Oxygen projekt nevet viseli. A névválasztás arra a jövőelképzelésre utal, miszerint a rendszer olyan természetességgel szövi át majd a világot, és használata olyan magától értődő lesz majd, mint az életet életető oxigéné. Ez egyúttal persze azt is jelenti, hogy ez az új kommunikációtechnikai infrastruktúra a jövő társadalma és embere számára nélkülözhetetlenné válik. A radikálisan új hardver- és szoftverrendszer középponti eleme a **Handy21** fantázianévű, a mai mobiltelefonokhoz hasonló készülék lesz, amely azonban a beszédkommunikációs funkciók mellett egyúttal vizuális display, kamera, infravörös érzékelő, komputer és rádió is lesz. Ez a készülék egy általános célú kommunikátor szerepét fogja betölteni, mindenki számára természetes és nélkülözhetetlen hétköznapi eszköz lesz. A technológia másik kulcseleme az **Enviro21**, amely ugyanazokra a funkciókra lesz képes, mint a H21, azzal a különbséggel, hogy nagyobb teljesítményű, az ember intelligens környezetének szabályozóközpontját képező beépített készülék, amely összehangolja a különböző háztartási és épülettechnológiai berendezések, irodai elektronikus eszközök, szenzorok, mikrofonok, kamerák működését. A következő elem a **Net21** névvel jelölt hálózat, amely biztos és könnyen megvalósítható együttműködést tesz lehetővé emberek és egymással automatikusan kommunikáló elektronikus rendszerek között. Ez a rendszer a mai internet továbbfejlesztett változatának lesz tekinthető. Ez a jövőbeli összetett rendszer – a Weiser által felvázolthoz hasonlóan – az egyes elemek közötti tökéletes kommunikációt helyezi a középpontba. Az új típusú intelligens érzékelő rendszerek lehetővé teszik a beszédértést, az alak- és arcfelismerést, a gesztusok értelmezését. Ez az új interfész-generáció lehetővé teszi majd azt, hogy olyan természetes módon értsük meg magunkat egy számítógéppel, akár csak egy másik emberrel. A ma szokásosnál sokkal könnyebben és

---

<sup>201</sup> Uo.

<sup>202</sup> Uo.

<sup>203</sup> Dertouzos, M. L.: The oxygen project. In: Scientific American, August 1999.

természetesebben történik majd a szükséges információk felkutatása, feldolgozása és prezentálása is. Ebben a folyamatban olyan intelligens szoftverek fognak majd közreműködni, amelyek képesek lesznek szövegek értelmezésére, tömörítésére és automatikus fordítására.<sup>204</sup> A rendszer átveszi az embertől a szellemi rutinmunkát, az ismétlődő elemekből álló feladatokat. A szoftverek fognak egymással tárgyalni és egyeztetni, a központi számítógépek fogják „figyelni” és szabályozni a különböző készülékek működését. Az új rendszer végül teljes körű testreszabást, az egyéni igényekhez, preferenciákhoz, szükségletekhez történő alkalmazkodást tesz lehetővé.

Az új infokommunikációs környezet kis kézi komputerekből, a lakó és munkakörnyezetbe épített nagyteljesítményű munkaállomásokból, új, stabil, biztonságos és megbízható hálózati rendszerekből, beépített beszédértő és egyéb érzékelő berendezésekből fog állni. A rendszer erőssége az emberhez igazodó technológia kidolgozottságában, az egyes részelemek harmonikus és akadálytalan együttműködésében lesz: mindez a hétköznapi feladatok teljes körű automatizálását, és a szolgáltatások testreszabását teszi majd lehetővé.

A Marc Weiser és Michael Dertouzos által megálmodott rendszerek talán lehetővé teszik azt a változást is, amit Dertouzos negyedik gazdasági-társadalmi forradalomnak nevezett. Az ember kulturális-technikai evolúciója során eddig bekövetkezett három jelentős gazdasági-társadalmi átalakulás dolgok konstruálásán és felhasználásán alapult: az agrárforradalom az ekén, az ipari forradalom az erőgépen, az információs forradalom pedig a számítógépen. Ez utóbbi azonban átvezethet a fejlődésnek abba a negyedik szakaszába, amely nem eszközközpontú, hanem a föld legértékesebb erőforrására, az emberi tudásra alapozódik.

### *14.3. A tanulás forradalma: a hipertanulás*

A hipertanulás fogalmát Lewis J. Perelman 1992-ben megjelent, sokat vitatott könyve tette széleskörűen ismertté.<sup>205</sup> Ma még kérdéses, hogy a fogalom általánosan elfogadottá válik-e, az azonban bizonyos, hogy az új infokommunikációs technológia és hozzá kapcsolódóan a tanulás új, az eddiginél jóval hatékonyabb lehetőségének ígérete megérdemli figyelmünket.

A tanulás új, high-tech modelljének összetett rendszere több szálból szövődik. **Az intelligens környezet, a hálózati kommunikációs infrastruktúra és a hipermédia-eszközök** jelentik a technológiai komponenseket. A komplexum negyedik eleme, az **agyműködés kognitív aspektusának megértésére törekvő tudományok és az új mesterségesintelligencia-kutatás** eredményei szolgáltatják a rendszer továbbfejlődését lehetővé tevő elméleti alapokat és inspirációt.

Az intelligens környezet – a robotika, szoftverfejlesztés, és a lokális számítógéphálózatok legújabb fejleményeinek eredményeként küszöbünk előtt álló új világ, amelynek „gyermkeink lakói, unokáink pedig örökösei lesznek”<sup>206</sup> – még nem tartozik a mai hétköznapiak realitásai közé. A hálózati kommunikációs infrastruktúra és a hipermédia

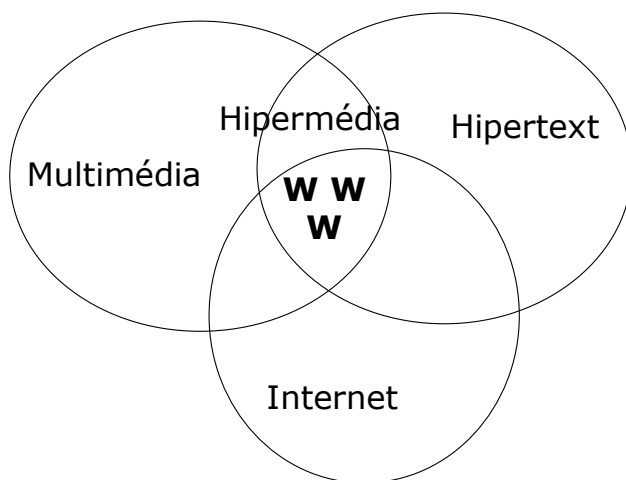
---

<sup>204</sup> Ennek a technológiának már ma is (2002) léteznek előfutárai, automatikus szövegtömörítő, referáló, indexelő és fordítószoftverek formájában.

<sup>205</sup> Lewis J. Perelman: *School's Out. Hyperlearning: the new technology and the end of education.* New York, Avon Books, 1992.

<sup>206</sup> L. J. Perelman: i. m. 47. o.

azonban már kopogtatott az ajtón, fogadókészségünkön múlik, hogy élünk-e a felkínált lehetőséggel. Az új technológiai rendszer centruma a World Wide Web, amely a multimedia-megjelenítés, a hipertextes információelérés és a számítógép-hálózatok integrált hiperrendszere.



26. ábra: A tanulás új hiperrendszere

Perelman értelmezéséből kiindulva vizsgáljuk meg, mit takar pontosan a hipertanulás kifejezés. A szóösszetétel hiper- előtagja a rendszer igénybevételével történő tanulás rendkívüli sebességére és intenzív képességfejlesztő lehetőségeire utal.<sup>207</sup> A kifejezés azonban egyúttal az információfeldolgozás új kulturális technikáját is jelenti, amely a hagyományos, előre meghatározott, lineáris szekvenciájú szövegértelmezéssel szemben többirányú, egyéni választások alapján történő, kevésbé determinált „off-line” hálózati haladást tesz lehetővé. A hiperhaladásra lehetőséget nyújtó szoftverek segítenek eligazodni az információrengetegben, technikai összekapcsoló-elemet képezve adat, információ és tudás között. Maguk a szoftverek hierarchikus sorba rendezhetők a számítógépek közötti adatáramlás feltételeit automatikusan biztosító TCP/IP-től kezdve a mai csúcsteljesítményként számon tartott „okos” kereső- és rendszerezőszoftverig (smart agent), várhatóan majd az egyszerűbb ügyintézési feladatokat helyettünk elvégző intelligens programokig és talán még tovább.

Az a lehetőség, hogy a Word Wide Web egész világra kiterjedő információs univerzumában az adattömeg elemeit a megértést elősegítő mintázatokba kapcsoljuk össze, átvezet a hipertanulás szóösszetétel második tagjának új értelmezéséhez. A tanulásnak ez a formája spontán, korlátlan (legalábbis ami a technika által biztosított lehetőségeket illeti), független tudásszerzésre ad lehetőséget, de megfelelően szervezve alkalmas lehet

<sup>207</sup> Ez a feltételezés a ma létező rendszerek és programok vonatkozásában egyértelműen, mindenki által elismerten még nem bizonyított. A rendelkezésre álló vizsgálatok, felmérések pozitív eredményeinek objektívítását sokan vitatják. Az a remény azonban, hogy éppen ennek a technológiának a segítségével sikerül a tanulás – ma nem éppen kielégítő – hatásfokát jelentősen növelni, igen tiszteletre méltó törekvést életet, és legalábbis munkahipotézisként elfogadható.

a megelőző tudás és a viselkedés átformálására is. A hipertanulás pozitív utópiája abból a feltételezésből indul ki, hogy a hipertextes mintázatok végtelen univerzumában minden individuális agyhoz létezhet egy saját elérési útvonal, amely lehetővé teszi a személyes tudás igen jó hatásfokkal történő megszerzését. Ezt fogalmazza meg S. Papert a már idézett könyvének előszavában:

*„Könyvemnek az az alap gondolata, hogy az új technológiák, mintegy személyes médiumként (personal media) az intellektuális stílusok széles körére terjesztik ki a tanulás lehetőségét.”<sup>208</sup>*

Hasonlóképpen fogalmaz Howard Gardner is:

*„Mindig voltak tanárok, akik keresték a módját annak, hogyan lehetne bővíteni a diákok felfogóképességét, és megpróbálták megérteni diákjaik gondolkodását. Ez nem technológiától függ. Mégis, néha a mennyiségi változások új minőséget jelentenek. A hipermédia általánosan elérhetővé teszi azt, ami korábban csak korlátozottan és kivételesen állt rendelkezésre. Az új technológiák felhasználói programjai sokféle agynak teszik lehetővé a tudás elérését.”<sup>209</sup>*

A mai internet alapú hipermédia-rendszerek infrastruktúrájának továbbfejlesztésére számos elképzelés létezik. S. Papert „The Children's Machine” című könyvében leír egy „tudásgépet” (Knowledge Machine), amely a kisgyermek számára lehetővé tenné tudásuk bővítését az írás és olvasás kulturális technikáinak elsajátítása előtt. A gyermek – érdeklődését követve – hanggal, érintés- vagy gesztusvezérléssel bármilyen információ előhívására képes kiterjedt adatbázisokból. A vizuális és akusztikus megjelenítésen túl a rendszer képes lehet adekvát ízlelési szaglási, tapintási és kinezetikus hatások generálására is. Nem nehéz felismerni a csodagépben a hipermediális adathálózatba kapcsolódó számítógépet, illetve a virtuális realitás jövőbe vetített, fejlettebb formáját. A kiterjedt tudásszerzésnek ez az új eszköze és technikája Papert szerint megváltoztatja majd a műveltség megszerzésének lehetséges módozatairól, sőt annak tartalmáról kialakított elképzeléseinket is.<sup>210</sup>

Alan Kay olyan elképzelést fogalmazott meg, amely szerint az internet egy automatikus tanító médiumként is működhetne. A kifinomult jövőbeli rendszer diagnosztizálná a használó előzetes tudását, felkészültségét, és ennek megfelelően saját tanulási utat tervezne meg számára. Egy ilyen médium mindenki számára lehetővé tenné a személyre szabott, többirányú, elmélyült tapasztalatszerzést és tanulást, meghaladva ezzel a legjobb könyvek lehetőségeit is.<sup>211</sup>

Általában azt várják, hogy a tanulás hatásfokának javítása nagymértékben fokozható lesz a rendszerek adaptálhatóságának, illetve adaptivitásának növelésével. A paperti tudásgép ideájának megvalósítása az adaptálhatóságot fokozná, míg a Kay-féle dinamikusmédia-elképzelés valóra váltása az adaptivitás, azaz az egyes felhasználók személyes előfeltételeihez való alkalmazkodás képességének kialakítását jelenti. A hozzáilleszthe-

<sup>208</sup> The Children's Machine: rethinking school in the age of the computer. New York, Basic Books, 1993.

<sup>209</sup> Gardner, H and Veenema, S.: Multimedia and Multiple Intelligences. In: The American Prospect No. 29, 1996.

<sup>210</sup> The Children's Machine... 8–9. o.

<sup>211</sup> Kay, Alan: Revealing the elephant: the use and misuse of computers in education. In: Educom Review Volumen 31, N. 4. July/August 1996.

tőség és hozzáférhetőség feltételeinek biztosításakor azonban nem elegendő az ember-számítógép rendszer gépi elemének mind tökéletesebb hozzáigazítása a felhasználói igényekhez. Az ember-gép interakció szervezésének és a kölcsönhatás „humán” komponensének is meg kell felelnie bizonyos feltételeknek. A hipertanulás fogalomnak létezik egy olyan értelmezése is, amely szerint a vállalatoknál történő tanulás olyan új formájáról van szó, amikor is a munkavégzés során szerzett gyakorlati ismereteket, a másoktól átvett legjobb eljárások megismertetését kombinálják az akciókra és szimulációkra alapozott tréningekkel.

#### *14.4. Az olvasás és a könyvtár jövője*

A könyvtár mindig az emberiség összegyűjtött tudásának tárháza volt, és intézményként az volt a célja, hogy ezt a tudást minél szélesebb körben hozzáférhetővé tegye. Az információrobbanás című fejezetben tanultunk róla, hogy az információk, az információhordozók, a nyomtatott dokumentumok számának hallatlan mértékű növekedése problémák sorát vetette fel a tárolás és előkeresés biztosítását illetően. A könyvtár jövőjével kapcsolatos gondolkodás ma elsősorban arra irányul, hogyan lehetne előkereshetően tárolni minden információt. Az elektronikus digitális információtárolás technikájának fejlődése és a tárolókapacitás növekedése ma már lehetővé teszi azt, hogy igen kicsiny fizikai térfogatban hatalmas informácimennyiséget tároljunk. A hálózati elérés általánossá válásának és az adatátviteli kapacitás jelentős növekedésének köszönhetően gyakorlatilag bármelyik adatbázisban tárolt információ, elektronikus dokumentum, tetszőleges helyről, bármikor hozzáférhető. Világszerte halad előre a régi dokumentumok digitalizálásának folyamata. Ezt a műveletet minden dokumentum esetében csak egyszer kell elvégezni, és azt követően a világ bármely részéről elérhető és korlátlanul másolható lesz. A megvalósulás felé halad a „bármit, bárkinek, bármikor, bárhonnán” álma.<sup>212</sup> Az emberiség összegyűjtött információmennyiségéhez való hozzáférésnek „csak” két akadálya maradt:

1. A nem digitalizált korábbi dokumentumok (könyvek, folyóiratok, levéltári anyagok) továbbra is hagyományos fizikai megkeresést és hozzáférést igényelnek.
2. Az önálló tudásszerzéshez hosszú tanulással és gyakorlással kialakítható személyes affektív és kognitív feltételek megléte szükséges.

Úgy látjuk, hogy ennek a második feltételnek a hiánya fogja jelenteni a komolyabb problémát.

Az információs társadalom könyvtárára vonatkozóan gyakran szinonimaként használjuk az elektronikus könyvtár, digitális könyvtár és virtuális könyvtár vagy virtuális világkönyvtár fogalmakat. Kísérljük meg értelmezni ezeket a terminus technicusokat!

Az **elektronikus könyvtár** kifejezés arra utal, hogy a könyvtár dokumentumainak elérése – és nagyrészt tárolása is – elektronikus úton történik. A **digitális könyvtár** kife-

<sup>212</sup> Az információkhoz való hozzájutás mai vezérlő elve: bármilyen publikus információt bárhonnán, bárkinek el kell tudni érni. Az információkhoz való hozzáférés alapvető emberi jog, amelynek érvényesülését az úragondolt „könyvtáraknak” kell biztosítani (az idézőjel arra utal, hogy egyáltalán nem biztos, hogy a jövőbeli általános információszoigálgató intézmény megegyezik azzal, amit ma könyvtárnak nevezünk). Ugyanakkor a hozzáférés szabályozására illetve korlátozására is szükség lesz a jövőben is, copyright, egyéb jogi feltételek, gazdasági, gazdaságossági megfontolások és biztonsági szempontok következtében.

jezés a könyvtárban tárolt dokumentumok feldolgozásának technikájára (digitalizálás), és a dokumentumokat alkotó információk tárolásának és kódolásának a módjára utal. A **virtuális könyvtár** kifejezés pedig az új könyvtárnak azt a lényeges ismervét fejezi ki, hogy a könyvtárból, a könyvtáron keresztül minden olyan elektronikus dokumentum elérhető, amelyre vonatkozóan a könyvtárban másodlagos információk találhatók. Ez utóbbi feltétel nem is szükséges, hiszen elegendő annak a feltételnek a teljesülése, hogy a könyvtári számítógépről elektronikus kapcsolatok, linkek segítségével – azokon keresztül elérjük az adott dokumentum másodlagos információit, dokumentumképét, illetve a tényleges dokumentumot. Így a virtuális könyvtár egyben **világkönyvtár** is, amelybe a világ bármelyik, hálózatba kapcsolt számítógépéről akármikor be lehet térni.

Két lényeges kérdés merül fel, amelynek megválaszolása fontos lenne: Ha otthonról, vagy bárhonnan elérhető lesz a virtuális világkönyvtár bármelyik dokumentuma, akkor milyen szerepet fog betölteni a könyvtár a jövőben? Ha egyre intelligensebb keresőrendszerek állnak majd mindenki rendelkezésére, mi lesz a könyvtárosok dolga?

Be kell vallanunk, hogy ma ezekre a kérdésekre nem tudunk válaszolni, illetve érvényes és mindenki által elfogadott válaszokat megfogalmazni. Annyit tudunk ma mondani csak, hogy az információs társadalomban a könyvtárnak, a könyvnek és a könyvtárosnak egyaránt változik a szerepe. A jövő könyvtárára vonatkozóan számos elképzelés létezik, többek között az is, hogy meg fog szűnni mai formájában.

Licklider A jövő könyvtárai című, 1965-ben megjelent könyvében<sup>213</sup> az ember-számítógép viszony látens, de meghatározó elemét, az emberiség rendelkezésre álló tudáskészletét is bevonja vizsgálódásai körébe. Részletesen elemzi az ember-számítógép-tudásbázis összefüggérendszerben várható – és kívánatos – kölcsönhatásokat. Feltételezi, hogy a leírásában „prokognitív rendszernek” nevezett, világot átfogó jövőbeli „könyvtár” képes lesz automatikusan továbbfejleszteni és korszerűsíteni tudástartalmát. Az ember-számítógép interaktív kapcsolatot egy konkrét keresési folyamat bemutatásán keresztül részletesen leírja.

Az elkövetkező néhány évtizedben a jellemző könyvtári működési forma várhatóan az elektronikus és a hagyományos könyvtár „hibridje” lesz. A hibrid könyvtár biztosítani fogja a hozzáférést mind az elektromos, mind a papíralapú dokumentumokhoz. Utóbbit úgy, hogy jól válogatott gyűjteményeket tart fenn a hagyományos dokumentumokból. A könyvtárak megőrzik az elmúlt évszázadokban összegyűjtött állományokat, ebből a szempontból mintegy múzeumként is szolgálnak, ahol lehetőség lesz hozzáférni a régi idők korhű formában található eszméihez, gondolataihoz, azokat csendes elmélyültségben korhű díszletek között lehet tanulmányozni. A könyvtári szolgáltatásokat úgy fogják megszervezni, hogy azok segítsék az önkiszolgálást, akár otthonról is. A könyvtáros szerepe számos változáson megy keresztül. Egyes korábbi funkciók felerősödnek, így mindenekelőtt a felhasználóképzés, a tanácsadás és általában a segítségnyújtás. Más funkciók változáson mennek keresztül, és egészen új dimenziókat kapnak, mint például a forrástájékoztató, illetve a gyűjteményfejlesztés. Teljesen új funkcióként, fontos feladatként jelenik meg az internetforrások folyamatos változásának, bővülésének figyelemmel követése, a hitelesség és relevancia ellenőrzése, az hogy az olvasók segítséget

---

<sup>213</sup> Licklider J. C. R.: Libraries of the Future. Cambridge, Massachusetts, M. I. T. Press, 1965. A szerző könyvét Vannevar Bushnak ajánlja „I should like to dedicate this book, however unworthy it may be, to Dr. Bush.”

kapjanak az eligazodáshoz. Általánosságban elmondható, hogy a könyvtáros egyik legfontosabb feladata az on-line információforrások értékelése, szűrése lesz.

A könyvtár jövőbeli funkciójára vonatkozóan többféle elképzelés létezik. Maurice Line értékelvű, normatív megközelítése az egyik lehetséges változat:

*„A szakadatlan elénk szórt szennyezett információkban gázolva, a társadalomnak égető szüksége van »tisztá« információs csatornákra. ...a könyvtáraknak olyan gyűjteményeket kell összeállítaniuk, amelyek kifejeznek minden véleményárnyalatot, és mindenféle internetes anyaghoz biztosítaniuk kell a hozzáférést. Azt is el kell érniük, hogy az egyik véleményről »de lásd még...« típusú csatolók vezessenek a többihez... a közkönyvtárakon kívül aligha találni más olyan közvetítőket, amelyek a tiszta információforrásokhoz való hozzáférést egy életen át biztosítani tudnák.»<sup>214</sup>*

Szintén értékközéppontúan és egyúttal emocionálisan közelíti meg a könyvtárak jövőjének kérdését Theodor Roszak. Véleménye szerint egy demokratikus társadalomban a számítógépesített információszolgáltatásnak a könyvtár a természetes helye. A könyvtáros új szerepe az, hogy professzionista navigátor, „Cybrarian” legyen, a gazdaságos keresés mestere, aki tudatában van annak is, hogy a számítógép kiegészít más forrásokat, de nem pótolja azokat, és tudja, mikor nem szükséges és nem célszerű a számítógép használata. Óv az új technológia meggondolatlan és idő előtti felhasználásától. Azt gondolja, hogy az információk privatizálása és piacosítása a profitra törekvő üzleti vállalkozások alig észrevehető, a köznyilvánosság részéről ellenőrizhetetlen gondolatkontrollját jelenti. Nem hisz a totális digitalizálás lehetőségében, és nem is tartja szükségesnek azt, hogy minden ilyen formában álljon rendelkezésre. Felhívja a figyelmet arra a hibaforrásra és torzítási tényezőre is, amelyet a képernyő előtt ülő információszerkesztők és -rendszerezők emberi esendősége jelent. Ha valaki meg van győződve arról, hogy a számítógépes adatbázisok mindent tartalmaznak, ami értékes lehet, akkor kultúrája képernyő méretűvé zsugorodik. Aggódik az olvasás jövőjéért, mert a tartós figyelem és az intellektuális fogékonyság az olvasás következménye.

A könyvtár és a könyvtáros, a hagyományos műveltség szerepére vonatkozó gondolatait Roszak így foglalta össze:

*„A könyvtárra azért van szükség az információs társadalomban, mert természeténél fogva ellensúlyozza az információk elektronikus metamorfózisával elkerülhetetlenül velejáró dekontextualizációt (disembodiment). A könyvtár a számítógépet beágyazza egy nagy múltú, értékes kultúrába, amely mérsékli használatának szélsőséges kilengéseit. A műveltség, az olvasottság elősegíti a szilárd erkölcsi és lelki autonómia kialakulását, amelynek az alapja az, hogy megtanácskozunk magunkkal a dolgokat egy csendes helyen – saját szellemünk magánszférájában. A könyvtár csendje emlékeztet bennünket arra, hogy vannak dolgok, amelyeket elménk csendes magányában kell átgondolnunk, nem szegmentált grafikus felületek, villogó képernyők, duruzsoló számítógépek és printerek között. Gondolkodni valamiről az értelmezés erőfeszítését és kritikai képességet jelent, nem passzív ingerregisztrálást és egy hipertextlinkre való egyszerű rákattintást. A gondolkodás művészet, nem tudomány, még kevésbé mechanikus folyamat. A kultúra a könyvek tartós értékén alapul, a könyvekben található eszmék fontosságán és a könyvekbe épülő kultúra komplexitásán. A könyvtárosok stratégiai szerepe ennek a kultúrának a védelme. A könyvtárosok tudják, hogy a világ összes ténye és egy jó gondolat között a*

<sup>214</sup> Line, B. Maurice: Az információs gazdaságban a könyvtárak az információs szabadság és a kultúra bástyái. In: TMT, 47. évf. 6/7. sz. (2000)

*képzőerő jelenti a kapcsolatot, amely nem programozható. Abban a társadalomban, amely önvédelemből mindent megpróbál gépesíteni, még saját alkotó szellemét is, a könyvtáros az adatok vagy eszmék után keresőknek azt tudják nyújtani, amit a gép soha: élő szellemet, emberi jelenlétet.*<sup>215</sup>

### 14.5. A könyvek és a könyvtárosok szerepéről

A könyvek szerepéről is lehet olvasni normatív és emocionális megfogalmazásokat. Fast Barry például „Books in the digital world” című írásában a következőképpen határozta meg a könyv szerepét az új világban:

*„Ahogy az információs világegyetem növekszik, úgy válnak egyre fontosabbá a régi-módi, papírra nyomott könyvek. Nem fognak eltűnni, mert történeteket tesznek közzé. A könyvek kényelmesek, jól szervezettek, bizalomra méltóak és szórakoztatók. A rádió megmaradt, amikor a televízió megjelent, és továbbra is járunk moziba, színházba, mert élvezzük a másokkal való együttlétet.”*<sup>216</sup>

Patrick Bazin elemzése szerint a könyv mint objektum el fogja veszíteni centrális pozícióját.<sup>217</sup> Eddig a könyv kitüntetett centruma volt egy köréje épült kognitív, kulturális és politikai mezőnek. Ez a mező most átalakulóban van, nem a könyv, hanem az olvasás folyamata körül. A könyv hagyományos „rendje”, amely a linearitás, az elhatárolódás és az állandóság fogalmakkal jellemezhető, megváltozóban van. A linearitás mellett/helyett megjelenik a hipertextualitás és a multimedialitás, a diszkrét dokumentumokra épülő információs tér anyagjellegű „atomossága” helyett a hipertextuális, illetve hipermediális kapcsolatrendszer fizikai megszűrése épül ki dinamikus hálózatok formájában. A jövőben az olvasás nem kizárólag szövegek értelmezését és nem csupán a lineáris haladást jelenti, hanem a különböző kódolású és szervezésű információk univerzumában történő kalandozást is. Egyre kevésbé egy megfelelő dokumentum, szöveghordozó megtalálásáról van szó, sokkal inkább egy meghatározott tematika követéséről egy összetett tudástérben. Ez a komplex tudástér virtuális, jellemző rá a politextualitás, a hipertextualitás és a hipermedialitás.

A mögöttünk hagyott évszázad kihívása az volt, hogyan kerekedjünk felül az információáradaton. A 21. század elejének kérdése: hogyan navigáljunk a nyomtatott, illetve digitális információk hibrid terében? Kialakulóban van a tudás új rendje, és a könyvtáros szerepe ebben az lesz, hogy közvetítőként biztosítsa az információk és a tudás megszerzéséhez szükséges megfelelő eszközöket, tartalmakat, és eligazító navigációs segítséget nyújtson mindazoknak, akik ezt igénylik.

<sup>215</sup> Roszak, Theodor: The cult of information: a neo-luddite treatise on high tech, artificial intelligence and the true art of thinking. Berkeley-Los Angeles, University of California Press, 1994.

<sup>216</sup> Barry, Fast: Könyvek a digitális világban. In: TMT, 47. évf. 3. sz. (2000)

<sup>217</sup> Bazin, Patrick: Toward metareading. In: The future of book. Berkeley-Los Angeles, University of California Press, 1996.





## Irodalom

- Andor Csaba: Jel – kultúra – kommunikáció. Budapest, Gondolat, 1980.
- Az informatika, távközlés, média munkacsoport jelentése. (Az OMFB Technológiai Előrettekintési Program keretében elkészült tanulmányok. Budapest, 2000.)
- Az oktatás, emberi erőforrás munkacsoport zárójelentése. (Az OMFB Technológiai Előrettekintési Program keretében elkészült tanulmányok. Budapest, 2000.)
- Babbage, Charles: Passages from the Life of a Philosopher. London, 1864.
- Bánfalvy Csaba: Életmód. A reálisan várható folyamatok és a választható alternatívák. Előrettekintés 2020-ig. (Az OMFB Technológiai Előrettekintési Program keretében elkészült tanulmányok. Budapest, 2000.)
- Baran, Paul: Reliable digital communications systems utilizing unreliable network repeater nodes. In: RAND Corporation Memorandum P-1995, 27 May 1960, 1–2.
- Barry, Fast: Könyvek a digitális világban. In: TMT, 47. évf. 3. sz. (2000)
- Bazin, Patrick: Toward metareading. In: The future of book. Berkeley-Los Angeles, University of California Press, 1996.
- Bell, Daniel: The coming of post-industrial society. A venture in social forecasting. New York, 1973.
- Berners-Lee, T.–Cailliau, R.: World Wide Web: Proposal for a HyperText Project. – Genova: CERN, 1989. URL: <http://www.w3.org/pub/WWW/Proposal>
- Bertalanffy, Ludwig von: ... ám az emberről semmit sem tudunk = (robots, men and minds). Budapest, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1991.
- Buckland, Michael: A könyvtári szolgáltatások újratervezése. Budapest, OSZK, 1998.
- Bush, V.: As we may think. – In: Atlantic Monthly, 176, (1), 101–108. 1945. URL: <http://www.theAtlantic.com/atlantic/atlweb/flashbks/computer/bushf.htm>
- Campbell-Kelly, M.–Aspray, W.: Computer – A history of the information machine. New York, Perseus Books, 1996.
- Castells, Manuel: Information Technology, Globalization and Social Development. Paper prepared for the UNRISD Conference on Information Technologies and Social Development, Palais des Nations, Geneva, 22–24 June 1998.
- Castells, Manuel: The information age: economy, society and culture. Vol. I: The rise of the network society. – Malden (Mass) and Oxford, Blackwell, 1996.
- Cringely, Bob: Triumph of the nerds: the transcripts. URL: <http://www.pbs.org/nerds/transcript.html>.
- Dawkins, Richard: Az önző gén. Budapest, Gondolat, 1986.
- Dawkins, Richard: Folyam az édenkertből. Budapest, Kulturtrade, 1995.
- Denning, P. J.–Metcalf, R. M.: Beyond calculation – the next fifty years of computing. New York, Copernicus an Imprint of Springer-Verlag, 1997.
- Dertouzos, M. L.: The oxygen project. In: Scientific American, August 1999.
- Dertouzos, Michael: What will be: how the new world of information will change our lives. New York, Harper Collins Publishers, 1998.
- Designing tomorrow's education – Promoting innovation with new technologies. Report from the Commission to the Council and the European Parliament. Brussels, 2000.

- Ditfurth, Hoimar von: Der Geist fiel nicht vom Himmel. Die Evolution unseres Bewusstseins. – München, Deutscher Taschenbuch Verlag, 1985.
- Tapscott, Don: The digital economy: promise and peril in the Age of Networked Intelligence. In: Educom review, Volume 31, Number 3.
- Drótos László: Informatikai Jegyzetek.  
URL: <http://www.bibl.u-szeged.hu/~drotos/informatikai-jegyzetek/>
- Drucker, Peter F.: Post-capitalist society. New York, Harper Collins Publishers, 1993.
- Dyson, George B.: Darwin among the machines: the evolution of global intelligence. New York, Addison-Wesley Publishing Company, 1997.
- eEUROPE – An Information Society For All, Communication on a Commission Initiative for the Special European Council of Lisbon, 23 and 24 March 2000.
- Eigen, M.–Winkler, R.: A játék. Természeti törvények irányítják a véletlent. Budapest, Gondolat Kiadó, 1997.
- Engelbart, D. C.: Augmenting human intellect: a conceptual framework: summary report. California, Stanford Research Institute, 1962.
- Dyson, Esther: 2.0 Verzió – Életünk a digitális korban. Budapest, HVG Kiadó Rt., 1998.
- Feira European Council (19 and 20 June 2000): Presidency conclusions.
- Fercsik János: Informatika. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1993.
- Font, Jean-Marc–Quinion, Jean-Claude: Les Ordinateurs. Mythes et Realites. Paris, Gallimard, 1968. (Magyarul: A számítógép: mítosz és valóság. Budapest, Európa, 1970.)
- Fukuyama, F.: A nagy szétbomlás. Budapest, Európa, 2000. 243. o.
- Fülöp Géza: Az információ. Egyetemi és főiskolai jegyzet. Budapest. ELTE, 1996.
- Gardner, H.: The Disciplined Mind. New York, Simon and Schuster, 1999.
- Gardner, Howard: Technology Remakes the Schools. In: The Futurist. March–April 2000.
- Gates, Bill: The Road Ahead. New York, Perigee Books, 1996.
- Gates, Bill: Üzlet @ gondolat segítségével. Működik a digitális idegrendszer. Budapest, Geopen Könyvkiadó, 1999.
- Gelernter, David: Ami működik, az csodálatos: a technika esztétikája. Budapest, Vince Kiadó Kft., 1998.
- Gerbner, George: A média rejtett üzenete. Budapest, Osiris Kiadó, 2000. (In: Jel-Kép Könyvtár, az Osiris Kiadó és az MTA-ELTE Kommunikációelméleti Kutatócsoport közös sorozata)
- Goldstine, H.: A számítógép Pascaltól Neumannig. Budapest, Műszaki Könyvkiadó/Neumann János Számítógép-tudományi Társaság, 1987.
- Goody, Jack and Watt, Ian: The consequences of literacy. In: Literacy in Traditional Societies. Cambridge, 1972.
- Greenfield, Susan: Utazás az agy körül. Budapest, Kulturtrade, 1998.
- Greguss Ferenc: Élhetetlen feltalálók, halhatatlan találmányok. Budapest, Móra, 1985.
- Hajnal István: Írásbeliség és fejlődés. In: Replika, 30. szám.
- Halász Gábor: Mennyire felkészült a magyar oktatás az európai integrációra? Új Pedagógiai Szemle, 2001/1.
- Havas Miklós: Lehetőségeink az információs társadalomban. In: Az információs társadalom, Bp. 2000. (Magyarország az ezredfordulón. Szerk.: Glatz Ferenc.)
- Havas Miklós: Paradigmaváltások. In: Magyar Tudomány, 1995/6.

- Horányi Özséb: Az információs társadalom koncepciójától az információ kultúrája felé.  
In: <http://www.szignummedia.hu>
- Horányi Özséb: Jel, jelentés, információ. Budapest. Magvető Kiadó, 1975.
- Horányi Özséb–Szépe György (szerk.): A jel tudománya. Budapest, Gondolat, 1975.
- Horváth Tibor: A könyvtártudomány és az információtudomány alapjai. In: Könyvtárosok kézikönyve. Szerk: Horváth-Papp. Budapest, Osiris Kiadó, 1999.
- Innis, H. A.: The bias of communication. Toronto, University of Toronto Press, 1951.
- Integrating ICT and education in Israel for the third millennium – Background Paper. Dr Uzi Melamed Director of the Educational ICT Program for Israel, Ministry of Education Dr. Aharon Aviram Chairperson of the advising academic committee
- Internet – das Netz der Netze. Tv film. (WDR) R: Martin Schneider
- Irimie, Ion: Az információfogalom tartalmi összetevői. In: Korunk, 1980/7–8.
- Irving, H. Buchan: A Radical Vision for Education. In: The Futurist. May-June 2000.
- Jacob, François: A lehetséges és a tényleges valóság. Budapest, Európa, 1986.
- Jövőkutatás. Szerk.: Nováky Erzsébet. Budapest, Aula Kiadó Kft., 1997.
- Kay, Alan: Observations about children and computers. ARL Research Note # 31.
- Kay, Alan: Revealing the elephant: the use and misuse of computers in education. In: Educom Review, Volumen 31, N. 4. July/August 1996.
- Kéki Béla: Az írás története: a kezdetektől a nyomdabetűig. Budapest, Vince Kiadó, 2000.
- Kelen András: A gazdaság tudásbázisairól munkaügyi szemmel. Magyar Tudomány, 2001/3.
- Kilpatrick H. and Cuban, L.: Computers make kids smarter – right? In: Technos Quarterly, For Education and Technology Vol. 7, No. 2, Summer 1998.
- Knight, Peter T.: The half-life of knowledge and structural reform of the education sector for the global knowledge-based economy.  
URL: <http://www.knight-moore.com/pubs/pubsindex.htm>
- Kocsis Éva–Szabó Katalin: A Posztmodern Vállalat. Tanulás és hálózatosodás az új gazdaságban. Budapest, Oktatási Minisztérium, 2000.
- Komenczi Bertalan: Az Európai Bizottság memoranduma az egész életre kiterjedő tanulásról. In: Új Pedagógiai Szemle, 2001/6.
- Komenczi Bertalan: Az oktatás jövője – az Európai Unió oktatásfejlesztési elképzelései. In: Új Pedagógiai Szemle, 2000/11.
- Komenczi Bertalan: Elektronikus Európa – az Európai Unió akcióterve 2002-ig. In: Új Pedagógiai Szemle, 2000/9.
- Komenczi Bertalan: Elektronikus tanulás – az Európai Bizottság modernizációs programja. In: Új Pedagógiai Szemle, 2000/10.
- Komenczi Bertalan: Felkészült lélek? Európai tanárok az ezredfordulón. In: Új Pedagógiai Szemle, 2001/3.
- Komenczi Bertalan: J. C. R. Licklider – a katedrálisépítő. In: Akik nyomot hagytak a 20. Századon: Neumann Jánostól az internetig. Budapest, Napvilág Kiadó, 1999.
- Komenczi Bertalan: Közös európai oktatásfejlesztési célkitűzések 2001 tavaszán. In: Új Pedagógiai Szemle, 2001/4.
- Komenczi Bertalan: Küszöbátlépés? 2000 – az informatikai stratégiák éve Európában. In: Új Pedagógiai Szemle, 2000/11.
- Komenczi Bertalan: Off-line – Az információs társadalom közoktatási stratégiája. Új Pedagógiai Szemle, 1999/7-8.

- Komenczi Bertalan: On-line. Az információs társadalom és az oktatás. Új Pedagógiai Szemle, 1997/7-8.
- Komenczi Bertalan: Orbis sensualium pictus: multimédia az oktatásban. In: Iskolakultúra, 1997/1.
- Lányi András: The Media is the Mess. In: Liget, 1998/4.
- Leakey, Richard: Az emberiség eredete. Budapest, Kulturtrade, 1995.
- Licklider, J. C. R.: Libraries of the Future. Cambridge, Massachusetts, M. I. T. Press, 1965.
- Licklider, J. C. R.: „Man-Computer Symbiosis”. In: IRE Transactions on Human Factors in Electronics, Volume HFE-1, pages 4–11, March, 1960.  
URL: <http://memex.org/licklider.html>
- Licklider, J. R. C.–Taylor, Robert: The Computer as a Communication Device. – In: Science and Technology, 1968. URL: <http://memex.org/licklider.html>
- Line, B. Maurice: Az információs gazdaságban a könyvtárak az információs szabadság és a kultúra bástyái. In: TMT, 47. évf. 6/7. sz. (2000)
- Lisbon European Council (23 and 24 March, 2000): Presidency Conclusions.  
URL: <http://europa.eu.int/council/off/conclu/mar2000/index.htm>
- Locke, John: Értekezés az emberi értelemről. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1979., 2. kötet.
- Lorenz, Konrad: Összehasonlító magatartáskutatás. Budapest, Gondolat, 1985.
- Magyar Válasz az információs társadalom kihívásaira. (Szakértői anyag, amely a Miniszterelnöki Hivatal megbízásából készült.) Budapest, 1999. december 31.
- Mandl, H. – Gruber, H. – Renkl, A.: Auf dem Weg ins Informationszeitalter? Was Wirtschaft, Politik und Öffentlichkeit bewegt, was auf die Gesellschaft und auf die Bildung zukommt. (Research report No. 54.). München, 1995.
- Mandl, H. – Reinmann – Rothmeier, G.: Implementation konstruktivischer Lernumgebungen – revolutionär Wandel oder evolutionäre Veränderung? (Forschungsbericht Nr. 100.) 1998.
- Mandl, H. – Reinmann – Rothmeier, G.: Unterrichten und Lernumgebungen gestalten (Forschungsbericht Nr. 60.). 1995.
- Mandl, H. – Reinmann–Rothmeier, G. – Gräsel, C: Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Systematische Einbeziehung von Medien, Informations- und Kommunikationstechnologien in Lehr- und Lernprozesse”. Bonn, 1998.
- Márai Sándor: Napló 1945–1957. Budapest, Akadémiai/Helikon, 1990.
- Marx György: A marslakók érkezése. Budapest, Akadémiai Kiadó, 2000.
- Masuda, Y.: Az információs társadalom. Budapest, OMIKK, 1988.
- Maynard Smith, John: Die Entwicklung der Kommunikation unter Tieren. Teleakademie, Südwestfunk, 1998.
- Maynard Smith, John: Kulcskérdések a biológiában. Budapest, Gondolat, 1990.
- Maynard Smith, John–Szathmáry Eörs: A földi élet regénye. Budapest, Vince Kiadó, 2000.
- McLuhan, Eric and Zingrone, Frank (edit): Essential McLuhan. London, Routledge, 1997.
- McLuhan, M.: The medium is the message: an inventory of effects. London, Routledge, 1967.
- McLuhan, Marshall: The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man. University of Toronto Press, 1962.
- McLuhan, Marshall: The Playboy Interview. Playboy Magazine, 1969, March.

- McLuhan, Marshall: *Understanding Media. The Extensions of Man*. University of Toronto Press, 1964.
- Meyrowitz, Joshua: Taking McLuhan and „Medium Theory” Seriously: Technological Change and the Evolution of Education. In: „Technology and the Future of Schooling, (NSSE, The University of Chicago Press, Chicago, Illinois 1996)”.
- Monod, Jacques: *Zufall und Notwendigkeit. Philosophische Fragen der modernen Biologie*. München, Deutscher Taschenbuch Verlag, 1971.
- Neumann János: *A számológép és az agy*. Budapest, Gondolat, 1972.
- Northrup, Mary: *American Computers Pioniers*. Springfield, Enslow Publishers, 1998.
- Nyíri Kristóf: *Globális társadalom és lokális kultúra a hálózottság korában*. Budapest, 2000.
- Nyíri Kristóf: *Hajnal István időszerűsége*. MEK
- Ong, W. J.: *Orality and literacy*. London-New York, Methuen, 1983.
- Oppenheimer, Todd: *The computer delusion*. In: *The Atlantic Monthly*, July 1997.
- Papert, Seymour: *The children’s machine: rethinking school in the age of the computer*. New York, Basic Books, 1993.
- Papert, Seymour: *Learning through Building and Exploring*. *Multimedia Today Interview*, 1996.
- Papert, Seymour: *Obsolete Skill Set. The 3 Rs. Literacy and Letteracy in the Media Ages*. URL: <http://nswt.tuwien.ac.at:8000/info-boat/papert-3rs.html>
- Papert, Seymour: *The Connected Family. Bridging the Digital Generation Gap*. Atlanta: Longstreet Publishing, 1996.
- Péntek János: *Teremtő nyelv*. Bukarest, Kriterion, 1988.
- Perelman, Lewis J.: *School's Out. Hyperlearning: the new technology and the end of education*. New York, Avon Books, 1992.
- Pethő Bertalan: *A modernről – kritikus vonulatában*. In: *Valóság*, 1991/7.
- Platón: *Phaidrosz*. In: *Platón válogatott művei*. Budapest, Európa, 1983.
- Pléh Csaba: *A kognitív architektúra módosulásai és a mai információtechnológia*. In: *Mobil információs társadalom*. Szerk: Nyíri Kristóf. Budapest, MTA Filozófiai Kutatóintézete, 2001.
- Pléh Csaba: *Bevezetés a megismeréstudományba*. Budapest, Typotex, 1998.
- Popper, Karl R.: *Szüntelen keresés*. Budapest, Áron Kiadó, 1998.
- Postman, Neil: *Amusing ourselves to death*. New York, Viking Penguin, 1984.
- Postman, Neil: *Technopoly: the surrender of culture to technology*. New York, Vintage Books, 1992.
- Postman, Neil: *The End of Education*. New York, Alfred A. Knopf. Inc., 1995.
- Postman, Neil: *Informing Ourselves to Death*. Speech, given at a meeting of the German Informatics Society (Gesellschaft für Informatik) on October 11, 1990, in Stuttgart.
- Pöppel, Ernst: *Auf der Suche in der Landkarte des Wissens. Interview mit dem Münchner Hirnforscher Ernst Pöppel*. URL: <http://www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/co/2651/1.html>
- Pöppel, Ernst: *Grundlagen der Sprach – und Lesefähigkeit*. Teleakademie, Südwestfunk, 2000.
- Pöppel, Ernst: *Lesen als Sammeln und sich sammeln. Neurowissenschaftliche Grundlagen der Lesefähigkeit*. Teleakademie, Südwestfunk, 1998.

- Noelle – Neumann, Elisabeth: Wie Jugendliche heute zur Zeitung finden. Neue Ergebnisse der Hirnforschung. Teleakademie, Südwestfunk, 1996.
- Raffai Mária: Az informatika fél évszázada. Budapest, Springer Hungarica Kft., 1997.
- Rényi Alfréd: A barkochbajáték és az információelmélet. In: Rényi Alfréd: *Ars mathematica*. Budapest, Magvető Könyvkiadó, 1973.
- Rényi Alfréd: *Napló az információelméletéről*. Budapest, Gondolat, 1976.
- Rheingold, Howard: *Tools for thought: the people and ideas of the next computer revolution*. New York, Simon & Shuster, 1985.  
URL: <http://www.well.com/user/hlr/texts/tftindex.html>
- Roszak, Theodor: *Az információ kultusza*. Budapest, Európa, 1990.
- Roszak, Theodor: *The cult of information: a neo-luddite treatise on high tech, artificial intelligence and the true art of thinking*. Berkeley-Los Angeles: University of California Press, 1994.
- Sacher, W.: Interaktive Multimedia-Systeme und ihr Einsatz in Lehr-Lern-Prozessen. In: *FWU Magazin* 5/1995. 2-6. p.
- Schneider, Martin: *Internet. Das Netz der Netze*. Tv film, Westdeutscher Rundfunk, 1997.
- Schrödinger, Ervin: *Válogatott tanulmányok*. Budapest, Gondolat, 1970.
- Shannon C. E. – Weaver W.: *A kommunikáció matematikai elmélete*. Budapest, OMIKK, 1986.
- Shenk, David: *Data smog*. New York, Harper Collins, 1998.
- Shurkin, Joel: *Engines of the mind: the evolution of the computer from mainframes to microprocessors*. New York, W.W. Norton & Company, 1996.
- Spencer, Donald: *Great men and women of computing*. Ormond Beach, Camelot, 1996.
- Stoll, Clifford: *Die Wüste Internet. Geisterfahrten auf der Datenautobahn*. Frankfurt am Main, Fischer Verlag, 1996.
- Stoll, Clifford: *Prophet, unplugged*. In: *Mercury News Staff Writer*, Friday, April 21, 1995. URL: <http://spyglass.sjmercury.com/archives/stoll.htm>
- Stoll, Clifford: *Silicon snake oil: second thoughts on the Information Highway*. New York, Doubleday, 1995.
- Szécsi Gábor: *Nyelv, gondolkodás, kommunikáció. Világosság*, 1998/10.
- Tézisek az információs társadalomról. Miniszterelnöki Hivatal, 2000.
- Tószegi Zsuzsa: *A képi információ*. Budapest, OSZK, 1994.
- Vámos Tibor: *Információs társadalom – mire készülünk?* In: *Magyar Tudomány*, 1998/2.
- Varga Barbara: *A kultiváció mint üzenet. A kommunikáció kultúrateremtő hatalma McLuhan és Gerbner műveiben*. In: *Jel-kép*, 1999/2.
- Varga Barbara: *Innis hatásának problémája McLuhan médiaelméletében*. In: *Jel-kép*, 2000/2.
- Várkonyi Nándor: *Az írás és a könyv története*. Budapest, Széphalom Könyvműhely, 2001.
- Vége a Gutenberg-galaxisnak? Válogatta és szerkesztette: Halász László. Budapest, Gondolat, 1985.
- Vekerdi László: *Az információ a mai művelődésben*. In: Vekerdi László: *Befejezetlen jelen*. Budapest, Magvető Könyvkiadó, 1971.
- Voigt Vilmos: *Bevezetés a szemiotikába*. Budapest, Gondolat, 1977.
- Watson, J. D.–Crick, F. H. C.: *A Structure for Desoxyribose Nucleic Acid*. In: *Nature*, April 25. 1953, London.

- Watson, James D.: A kettős spirál. Budapest, Gondolat Kiadó, 1970.
- Weiser, Mark: A jövő század számítógéprendszerei. In: Tudomány, 1991. november
- White Paper on Education and Training. Towards the Learning Society. European Comission, 1996.
- Wiener, Norbert: Cybernetics; or, Control and Communication in the Animal and the Machine. New York, John Wiley, 1948.
- Wiener, Norbert: Matematikus vagyok. Budapest, Gondolat Kiadó, 1968.
- Wiener, Norbert: Válogatott tanulmányok. Budapest, Gondolat Kiadó, 1974.





## Név- és tárgymutató

- A nyelv kommunikációs funkciói, 89  
a nyelv poétikai üzenete, 91  
Aburdene, Patrícia, 13  
acheuli ipar, 78  
adatbázis, 140, 145, 146, 147, 148, 149,  
171, 172, 174  
adrenalin, 50  
Ágoston Mihály, 14  
agy szimulációs képessége, 18  
agy aktivítások, 56, 95  
agykéreg, 57  
agykérgi integráció, 57  
agykérgi reprezentáció, 57  
Aiken, Howard H., 120, 121  
algoritmikus tulajdonságok, 17, 19  
alloszterikus szabályozás, 50  
Altair 8800, 132  
általános rendszerelmélet, 38  
Alto, 132, 134  
aminosavak, 46, 48  
Ampère, André Marie, 37  
Analitical Engine, 118, 121  
analóg számító gépezetek, 120  
Andressen, Marc, 145  
antikodon, 48  
antropológiai forradalom, 77  
antropológiai konstans, 95  
anyag attribútumai, 10  
anyanyelvi környezet, 93, 94  
aperiodikus kristály, 43  
Apple II, 133  
Arisztotelész, 64  
arisztotelészi cél-ok, 17, 18  
ARPA, 125, 130, 144  
ARPANET, 144  
aszimmetriacentrum, 42  
Atanasoff, John Vincent, 122  
Atanasoff Berry Computer, 122  
atom, 10, 40, 151, 175  
Augmentation Research Center, 128,  
130  
Australopithecus fajok, 77  
automaták általános és logikai elmélete,  
38  
Baade, Fritz, 165  
Babbage, Charles, 118, 119, 120, 121,  
126  
Bacon, Sir-Francis, 105  
Ballmer, Steve, 134  
Baran, Paul, 143  
Bardeen, John, 152  
barkochba, 30, 182  
Baron, Gaspard de, 118  
Barry, Fast, 175  
BASIC, 128  
Bazin, Patrick, 175  
bázishármas, 46, 48  
bázispár-képződés, 48  
bázispárosodás, 48  
Bell, Daniel, 13, 153, 165  
Bell, Graham, 110  
belső környezet, 39  
Bequerel, 151  
Bernal, J. D., 109  
Bernard, Claude, 39  
Berners-Lee, Tim, 145  
Berry, C., 122  
Bertalanffy, Ludwig von, 15, 16, 17,  
18, 79  
beszédérfolyam szupraszegmentális  
sávja, 96  
beszéértelmező rendszer, 95  
beszédfolyamat, 87, 95  
beszédképesség, 79, 92, 94, 101  
betűírás, 104  
bibliográfia, 106  
Bina, Eric, 145

bináris aritmetika, 28  
 bináris fa, 31  
 bináris logika, 28  
 biológiai camera obscura, 62  
 biológiai evolúció, 18, 80, 101, 137  
 bit, 26, 28, 29, 30, 32, 40, 42, 46  
 Blumentall, Jabe, 134  
 Bohr, Niels, 11  
 Boole, George, 27, 65  
 Boole-algebra, 28  
 Bootstrapping, 129  
 Brattain, Walter, 152  
 Braun, Karl Ferdinand, 111  
 Brookes, B. C., 12  
 Bush, Vannevar, 14, 120, 128, 130, 139, 140, 146  
 Bühler, Karl, 16, 77, 87, 88, 91  
 Byron, Augusta Ada, 119  
  
 Cailliau, R., 145  
 Cannon, Walter B., 39  
 Carnap, Rudolf, 65  
 Castells, Manuel, 13, 154  
 Chateaubriand, F. René de, 138, 157  
 Chomsky, Noam, 93  
 Ciolkovszkij, K. E., 143  
 citoplazma, 48  
 Colossus, 122  
 Command Line Interface, 133  
 comparator, 117  
 Crick, Francis Harry, 43, 46, 152  
 Cringely, Bob, 133  
 Curie házaspár, 151  
 cserépszavazás, 104  
 csomagkapcsolt összeköttetés, 143  
  
 dagerrotípiá, 111  
 Daguerre, Louis J. M., 111  
 Dahrendorf, Ralph, 13  
 Dalton, John, 151  
 Dawkins, Richard, 46, 77, 84, 137  
 degenerált kód, 47  
 dekódolás, 23, 31, 54, 67  
 dematerializálódás, 154  
 Demokritosz, 10  
 Dertouzos, Michael, 168, 169  
  
 dezorientáció, 147  
 dezoxiribonukleinsav, 43  
 Diderot, Denis, 139  
 Difference Engine, 118, 119, 120  
 Differencial Analyzer, 120  
 digitális, általános célú számítógép, 14, 28, 152  
 digitális könyvtár, 172  
 digitális szakadék, 155  
 diszkurzív szimbólumok, 17  
 Drucker, Peter, 13  
 dualista eszmerendszerek, 10  
 Dyson, Esther, 159  
  
 Eckert, John Presper, 14, 121  
 Eco, Umberto, 66  
 Edison, Thomas, 110, 111, 158  
 EDVAC, 28, 122  
 egér, 130, 131, 132, 133, 142, 144  
 egész életen át történő tanulás, 155  
 Einstein, Albert, 11, 128  
 Eisenstein, Elisabeth, 81, 106  
 ektoszemantikai tényezők, 96  
 elektromágneses hullámok, 76, 110, 111  
 elektromosság, 110, 111  
 elektron, 11  
 elektronikai populizmus, 131, 132  
 elektronikus digitális számítógép, 14, 28  
 elektronikus információörögzítés, 83, 84, 139  
 elektronikus kommunikáció, 83, 98, 162  
 elektronikus könyvtár, 148, 172  
 elektronikus médiumok, 82, 98, 111, 114, 162  
 elmélet, 80  
 előfordulási valószínűség, 32, 34  
 élőlények és a fény kölcsönhatása, 61  
 elsődleges nyelvi kód, 88, 90, 101  
 elsődleges szóbeliség, 98  
 elszigetelt rendszer, 38  
 ember kialakulása, 77  
 ember speciális szimbolikus aktivitása, 16  
 emberi információcsere evolúciós előképei, 75

emberi társadalomfejlődés kezdeti szakasza, 151  
 ember-számítógép szimbiózis, 125, 126, 127, 135, 144  
 emotív hatások, 88  
 energia, 10, 11, 13, 20, 38, 73, 75, 151  
 Engelbart, Douglas C., 128, 129, 130, 133  
 Engels, Friedrich, 46  
 ENIAC, 14, 28, 122, 139, 152  
 ENIGMA, 122  
 entitás, 10, 11, 12, 25, 40, 46, 50, 58, 75, 137, 151, 162  
 entrópia, 12, 34, 35  
 enzim, 49, 50, 52  
 enzimindukció, 52  
 észlelési invariancia, 95  
 ethernet, 132  
 etológia, 74, 75  
 evolúció, 75, 77, 79, 80, 82, 84, 90, 93, 96, 99, 101, 109, 137, 155, 169  
 evolúció nagy lépései, 84  
 experimentális szimbólumok, 17  
  
 Fabre, Jean-Henri, 74  
 fehérjék, 42, 46, 47, 48, 49  
 fehérjeszintézis, 47, 48, 49  
 Fehlerfreundlichkeit, 47  
 Felsenstein, Leo, 133  
 felső őskőkori forradalom, 78  
 fenotípus, 47, 84  
 fény, 11, 61, 62, 63, 76, 111  
 fényceruza, 123  
 feromonok, 76  
 filozófiai szemiotika, 64  
 flexibilis információfeldolgozás, 56  
 fogalomírás, 104  
 fonémák, 90, 91, 95  
 fonetikus írás, 103, 104, 105, 197  
 fonográf, 110, 111  
 Franklin, Rosalind, 43  
 Frege, Gottlob, 65, 70  
 futuroológia, 165, 166, 167  
 Fülöp Géza, 83  
 Gagarin, 125  
 Galenus, 64  
  
 Gardner, Howard, 158, 171  
 Gates, Bill, 134  
 génaktivitás szabályozása, 52  
 gének, 52, 80, 93, 94, 101, 138  
 génelmélet, 137  
 generatív nyelvelmélet, 93  
 genetikai beépülési tanulás, 93  
 genetikai információ, 42, 45, 46, 151  
 genetikai kód, 42, 45, 46, 48, 84, 101  
 genetikai meghatározottság, 18  
 genetikailag adott nyelvismeret, 93  
 gépi információkereső technika, 148  
 Gerbner, Georg, 114, 115  
 Gibbs-féle egyenlet, 34  
 globális világgazdaság, 151, 154  
 globalizáció, 13, 151, 154, 165  
 glosszéma, 96  
 glükózmolekula, 42  
 Goldberg, Adele, 132  
 Goldschmidt, Robert, 139  
 Goldstine, Hermann, 14, 27, 28, 121, 122  
 Goody, Jack, 102  
 grafikus felhasználói felület, 9, 15, 131, 132, 133, 134, 145  
 Greenfield, Susan, 58  
 Gutenberg-galaxis, 81, 105, 107, 113, 114  
 gyermekkori mikrovilágok, 59  
  
 Hajnal István, 81, 98, 101, 103  
 hallószerv kifejlődése, 62  
 hálózati társadalom, 13, 155  
 hangjelzések kommunikációra való használata, 76  
 hangrögzítés, 80, 111  
 hangtovábbítás, 80, 111  
 hármaselvű rendszer, 38  
 Hartley, R. V. L., 25  
 Hartley-képlet, 26  
 Harvard Mark I, 121  
 határozatlanság, 24  
 Havass Miklós, 148  
 Herschel, John, 118  
 Hertz, Heinrich, 19, 111  
 hieroglif írás, 104

hiperdokumentum, 141, 147  
 hiperhivatkozás, 146  
 hipermédia, 9, 143, 145, 146, 147, 161, 169, 171  
 hipertanulás, 169, 170, 171, 172  
 hipertér, 146, 147  
 hipertext, 9, 130, 140, 141, 143, 145, 146, 147, 148, 161, 170, 171, 174, 194  
 Hollerith, Herman, 120  
 homeosztázis, 39, 40  
 hominidák evolúciójának, 77  
 Homo erectus, 78  
 Homo erecuts, 79, 92  
 Homo neandertalensis, 78  
 Homo sapiens, 78, 91, 197  
 Hoover, Herbert, 158  
 Horányi Özséb, 83  
 hormonreceptor, 50  
 human genom, 46  
 Hume, David, 64  
 humorális szabályozás, 51  
 Huxley, Aldous, 162

idealizmus, 10  
 idegingerület, 28  
 idegsejtek, 53, 54, 55, 94  
 időbeosztásos (time sharing) rendszer, 128  
 II. Péter, 110  
 imprinting, 74, 195  
 industriális társadalom, 151, 153  
 információ százada, 151  
 információátvitel, 25, 26, 39, 47, 49, 50, 55, 76, 87, 88, 89, 95, 96, 111, 143  
 információátviteli lánc, 110  
 információgazdaság, 13  
 információk additivitásának törvénye, 26  
 információközlés forradalmairól, 83  
 információmenedzsment, 13  
 információmennyiség, 25, 26, 28, 32, 33, 34, 40, 42, 47, 76, 172  
 információnövekedés tétele, 12  
 információrobbanás, 9, 13, 101, 137, 138, 147, 163, 168, 172

információs, 154, 155, 158, 160, 166, 172, 173, 174  
 információs forradalom, 9, 13, 14, 84, 169  
 információs interakciók, 73  
 információs közmű, 153, 154  
 információtartalom, 20, 24, 30, 94  
 információtengelyű gazdaság, 154  
 információtudomány, 8, 12, 40, 147  
 informált társadalom, 13  
 Information Processing Techniques Office, 125  
 informatizálódó társadalom, 8, 9, 13  
 ingerületátvivő anyagok, 55  
 Innis, Harold, 80, 81, 109  
 intelligens környezet, 167, 168, 169  
 interaktív számítógéphasználat, 130  
 Internet, 9, 137, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 152, 158, 160, 163, 167, 168, 171, 173, 174  
 ipari forradalom, 13, 106, 151, 169, 195  
 IPTO, 125  
 írás megjelenése, 83, 101, 109, 138  
 írásbeliség megjelenése, 98

Jacob, Fraçoise, 52  
 Jacob, François, 73  
 Jacquard, Joseph M., 119  
 Jakobson, Roman, 66, 88  
 jel, 16, 22, 24, 26, 30, 32, 33, 34, 35, 55, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 90, 91, 104, 110  
 jelfogó fehérjemolekulák, 50  
 jelfolyamat elemei közötti kapcsolat, 70  
 jelhasználat evolúciója, 63  
 jelhelyzet elemei, 69  
 jelpéldány, 42, 45, 67  
 jelrendszer, 25, 26, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 46, 66, 67, 71, 90, 91, 96, 110, 113  
 jelrendszer átlagos entrópiája, 35  
 jelrendszer entrópiája, 34  
 jelrendszer maximális entrópiája, 35  
 jeltárgy, 66, 70, 90  
 Jobs, Steve, 133, 134  
 jövő gondolati tételezése, 17

jövőbeli számítógépek, 167  
jövőkutatás, 165, 166

Kaplan, Bernard, 16  
katódsugárcsőves képernyő, 123  
Kay, Alan, 132, 171  
Kemény János, 128  
kémiai szignál, 50, 51, 52  
képírás, 81, 104  
Kepler, Johann, 117  
kettes alapú logaritmus, 26, 27, 28, 29  
kettős hélix, 43, 45, 48  
kibernetika, 8, 12, 37, 38, 40, 48, 49,  
50, 74, 83, 125, 195  
kibertér, 146, 147, 163  
királis, 41  
Klaus, Georg, 66  
Kleiszthenész, 104  
kódolás, 23, 25, 30, 31, 33, 42, 46, 54,  
67, 90, 110, 112, 143, 173, 175  
kodon, 48, 49  
kódszavak, 31, 48, 90  
kognitív túlterhelés, 147  
komplementaritás-elméletben, 11  
komputer, 117, 118, 131, 168, 169  
Konrad Gesner, 107  
kontaktus, 87, 88, 89  
kontextus, 46, 71, 87, 88, 89, 103, 104,  
158, 159, 160, 163  
könyvnyomtatás szerepe, 106  
könyvtáros szerepe, 173, 175  
közönséges bélbaktérium, 52  
Kubrick, Stanley, 121  
kulcsinger, 74  
kultivációs elmélet, 114  
kulturális környezet, 113  
Kurtz, Thomas, 128  
kvantummechanika, 11  
lágymatematika, 73  
laterális hálózatosodás, 154

Leakey, Louis, 77  
Leakey, Richard, 78, 79, 97  
Leeson Lynn Herschmann, 119  
Leibniz, Gottfried Wilhelm von, 27, 64,  
117, 126, 138, 157

Levy Steven, 131  
lexéma, 96  
Licklidert, Joseph C. R., 125, 126, 127,  
130, 144, 173  
Line, Maurice, 174  
lingvisztikai kulcskompetencia, 94  
Locke John, 64  
logaritmikus mérték, 26  
logaritmusfüggvény, 26  
Lorencz, Konrad, 74, 75  
Lumière fivérek, 111  
Lussato, Bruno, 13  
Luther, Martin, 102, 106  
Lwoff, André, 52

lyukkártyaelv, 120  
lyukkártya-rendező gép, 120

Macintosh, 134  
makromolekula, 43, 46, 48  
Manhattan terv, 14  
Márai Sándor, 152  
Marconi, Guglielmo, 111  
Marconi-konstelláció, 109, 111, 113,  
158  
Martinov, V.-V., 66  
Marx György, 128  
másodlagos nyelvi kód, 88, 90, 101,  
102, 103  
másodlagos szóbeliség, 96, 98  
Masuda, Yoneji, 13, 153  
matematikai információ, 23, 24, 30  
materializmus, 10  
Mauchly, John W., 14, 121  
Maxwell, Clark, 37  
Maxwell, James, 111  
McGregor, Scott, 134  
McLuhan, Marshall, 81, 82, 83, 97, 98,  
103, 105, 106, 114, 115, 152, 162  
média funkciói, 113  
média üzenetei, 113  
médiacivilizáció, 113  
médiadeterminizmus, 81  
meghatározatlansági mező, 29  
megismerés, 57  
mém, 138

memex, 139, 140, 146  
 mentális modul, 79  
 messenger RNS, 48  
 mikrofilmlapok, 139  
 mikrofotográfiai könyvtár, 139  
 mikrojelenségek, 11  
 mikrokomputer, 132  
 mindenütt jelenlévő háttér-  
   számítógépek kora, 167  
 Minthen, S., 79  
 Mittelstrass, Jürgen, 160  
 modern tömegkommunikációs  
   eszközök, 112  
 molekuláris biológia, 8, 40, 43, 152  
 molekuláris genetika, 40  
 mondat, 43, 90, 93, 96, 122  
 Monod, Jacques, 52  
 morféma, 90, 96  
 Morris, Charles W., 64, 65, 66, 69, 70  
 Morris, Charles-W., 65  
 Morse, Samuel, 32, 110  
 Morse-ábécé, 32  
 Mosaic, 145  
 moustieri ipar, 78, 151  
 multimédia, 9, 140, 141, 143, 161  
 multimédiaprezentáció, 130  
 multimédia-programok, 142  
 mutációk, 47, 93  
  
 Nagy Testvér, 134  
 Naisbitt, John, 13  
 Napier, John, 117  
 nat, 26  
 Nautical Almanac, 117  
 navigáció, 147, 196  
 negatív visszacsatolás, 50  
 negyedik, 155  
 negyedik gazdasági-társadalmi  
   forradalom, 169  
 Nelson, Ted, 133  
 nem nyelvi szimbolika, 17  
 Netscape, 145  
 Neumann János, 14, 15, 28, 34, 38, 54,  
   55, 122  
 Neumann-architektúra, 122  
 Neurath, Otto, 65  
  
 neuromoduláció, 56  
 neuron, 53, 54, 55, 58  
 neuronális kapcsolatrendszernek a  
   kialakulása, 58  
 neuronális kommunikáció, 54  
 Newton, Sir Isaac, 11  
 nooszféra, 196  
 nukleinsavak, 42, 43  
 nukleinsavmolekula, 43, 48  
 nyelv kifejezőképességének bővülése,  
   102  
 nyelv társadalmi funkciói, 99  
 nyelvi jelek evolúciója, 91  
 nyelvi készség, 79, 92, 94  
 nyelvi közlés folyamatmodellje, 87  
 nyílt rendszer, 38, 73  
  
 Nyíri Kristóf, 81  
  
 oldován ipar, 78  
 Ong, Walter J., 81, 98, 103  
 on-line interaktív közösségekről, 145  
 operáns tanulás, 16  
 operonelmélet, 52  
 orális kommunikáció, 103  
 Orgel, L., 45  
 óriásmolekula, 43  
 Orwell, George, 162  
 Otlet, Paul, 139  
 Oxygen projekt, 168  
  
 örökítő anyag, 18, 42  
 öröklődés, 40, 42, 84, 152  
  
 Papert, Seymour, 158, 159, 171  
 paralingvisztikus vokalizáció, 95  
 paraverbális elemek, 88  
 paravokális elemek, 88  
 Pascal, Blaise, 117  
 Pascal, 117  
 pavlovi feltételes reflex, 16, 63  
 Peirce, Charles Sanders, 64, 65, 66, 67,  
   68, 69  
 Péntek János, 90  
 Perelman, Lewis, 169, 170  
 Pethő Bertalan, 83

planetáris társadalom, 155  
 Platón, 64, 157  
 pluralista ontológia, 10, 18  
 Popov, Alekszandr, 111  
 Popper, Karl R., 10, 18  
 popperi ontológia, 12  
 Postman, Neil, 162, 163  
 posztindusztriális társadalom, 13  
 posztmateriális értékorientációjú  
     jövőprogram, 153  
 poszttypográfiai ember, 114  
 Pöppel, Ernst, 57  
 pragmatikai funkció, 88  
 pre-alfabetikus írásrendszer, 104  
 Preece, William, 111  
 prognosztika, 165  
 Prony, Gaspard de, 118  
 protestantizmus, 106  
  
 rádió, 81, 83, 111, 168, 175  
 RAND Corporation, 143  
 real time computing, 123  
 redundancia, 34, 36, 47, 144  
 referenciális funkció, 88  
 reformáció, 106  
 relatív entrópia, 35, 36  
 relativitáselmélet, 11  
 reneszánsz, 106, 153  
 replikációs mechanizmus, 45, 47  
 replikációs robbanás, 77, 84  
 Rider, Fremont, 147  
 Roberts, Edward, 132  
 Roberts, Laurence, 144  
 Roosevelt, Franklin D., 139  
 Roszak, Theodore, 159, 174  
 Rotterdami Erasmus, 102  
 Russel, Bertrand, 10  
  
 Sacher, Werner, 161  
 SAGE, 122, 123  
 Sarnoff, David, 158  
 Saussure, Ferdinand de, 64, 65, 66, 91  
 Schaff, Adam, 66  
 Schickard, Wilhelm, 117  
 Schrödinger, Erwin, 42  
 sejtmag, 48, 51  
  
 Selfridge, Oliver, 145  
 Shannon, Claude E., 14, 23, 24, 25, 26,  
     27, 32, 34, 144  
 Shannon-féle, 33, 34, 35  
 Shannon-képlet, 32, 34, 35  
 Shenk, David, 160  
 Shockley, William, 152  
 Simonyi, Charles, 134  
 Smith, Adam, 118  
 Smith, Maynard, 84  
 speciális emberi agyfejlődés, 58  
 stochasztikus, 35  
 stochasztikus lineáris jelsorozatok, 25  
 Stoll, Clifford, 160, 161  
 Sutherland, Ivan, 144  
  
 szabályozás, 38, 39, 50, 51, 52  
 számítógép mint kommunikációs  
     eszköz, 144  
 számítógépes, 131  
 számítógépes forradalom, 9, 152  
 számítógépes hálózatok, 83  
 számítógéppel segített kommunikáció,  
     145  
 számítógéppel segített munkavégző  
     rendszer, 129  
 Szathmáry Eörs, 84  
 szelektív információterjesztés, 148  
 Személyes Dinamikus Média, 132  
 szemikonzervatív replikáció, 45  
 szemiózis, 65, 67, 69, 72  
 Szent Ágoston, 64  
 szénvegyületek, 40  
 Szilárd Leó, 52  
 szimbolikus aktivitások, 16, 18  
 szimbolikus nyelv, 17, 27, 91, 92  
 szimbolikus világok, 15, 17, 19  
 szimbólumalkotó képesség, 15, 137, 165  
 szimbólum-manipuláló, 15, 128  
 szimbólumvilágok, 18, 19  
 szinapszis, 55, 56  
 szintagma, 96  
 Szókratész, 64, 102  
 szótag, 90, 96  
 Szputnyik, 15, 125, 143, 152  
 sztereospecifikusság, 42



szteroid hormonok, 51  
 sztoikus filozófusok, 64  
  
 táblázatok, 117, 118, 121, 145  
 tallózó szoftver, 145  
 táplálékkoldulási viselkedés, 74  
 Tarján Rezső, 38  
 társadalmi kommunikáció, 115  
 társas intelligenciára ható szelekció, 80  
 táviró feltalálása, 82, 83, 110  
 Taylor, Robert W., 131, 144  
 technika társadalmi hatásai, 80  
 technikai civilizáció átfogó kritikája, 162  
 technofil érvelések, 159  
 technológiai, 154  
 Technopoly, 162  
 tejcukor, 52  
 tejsavmolekula, 40  
 telefon, 83, 110, 111, 119, 159  
 televízió, 111, 112, 113, 114, 115, 132, 145, 163, 175  
 televízió negatív hatásai, 162  
 természetes logaritmus, 26  
 természetes szelekció, 47, 93, 137  
 termodinamika II. fő tétele, 11  
 termosztát, 40  
 Thienemann Tivadar, 102  
 Thomson, Joseph, 151  
 Thoreau, Henry David, 157  
 Tinbergen, Niko, 74  
 tipográfiai, 107  
 tipográfiai ember, 114  
 Toffler Alvin, 13  
 Torontói, 80  
 Torontói Iskola, 80, 81  
 tömeg-energia ekvivalencia, 11  
 tömeges testreszabás, 155  
 törzsi társadalmak, 97  
 transzfer RNS, 48  
 transzkripció, 48, 52  
 transzlációnak, 48  
 tranzisztor, 152  
 Tuckey, J., 26  
 tudásalapú, 13  
  
 tudásgép, 171  
 tudományos forradalomnak, 106  
 tudományos-fantasztikus irodalom, 165  
 Turing, Alan, 14  
  
 új infokommunikációs környezet, 169  
 új információs forradalmat, 109  
 új szóbeliség, 81, 98  
 új típusú ember-gép kapcsolatot, 126  
 utópiák, 165  
  
 Valley, George E., 123  
 valószínűség, 32  
 Varga Barbara, 81  
 vegetatív idegrendszer, 56  
 veleszületett beszédtanuló rendszer, 94  
 vezérlés, 37, 38, 39, 153  
 vezetékes hangátvitel, 110  
 világ-agy, 139  
 világciklopédia, 139  
 virtuális világkönyvtár, 9, 149, 172, 173  
 virtualizálódás, 154  
 visszacsatolás, 38  
  
 Watson, James, 43, 152  
 Weaver, Warren, 23  
 Weiser, Marc, 167, 168, 169  
 Weismann, August, 42, 51  
 Wells, H. G., 139  
 Whirlwind projekt, 14, 123  
 Wiener, Norbert, 12, 14, 32, 37, 38  
 Wilkins, Maurice, 43  
 WIMP-interfész, 131  
 Windows'95, 134  
 World Wide Web, 8, 9, 145, 146, 149, 170  
 Wozniak, Stephen, 131, 133  
 WYSIWYG, 131  
  
 Xerox Parc, 133  
  
 zárt rendszer, 11, 12, 38  
 zooszemiótika, 75, 77  
 Zuse, Konrad, 122

## A szövegben található idegen szavak magyarázata

- adaptivitás** – alkalmazkodó képesség
- adekvát** – egyenlő értékű, valaminek teljesen megfelelő, a lényeget pontosan tükröző
- affektív** – érzelmi, indulati; érzelmileg színezett, érzékeny, külső hatásokra fogékony
- algoritmus** – véges számú, de egymást meghatározott sorrendben követő lépésekben a probléma megoldásához vezető műveletek sora (al-Kvarizmi középkori arab matematikusról)
- alternatíva** – olyan eset, amelyben két lehetőség között lehet választani
- analitikus** – elemző; az analízist alkalmazó
- analógia** – hasonlóság, hasonlatosság; hasonlóságon alapuló egyezés
- anticipáció** – sejtetés; később bekövetkező eseményre történő célzás, utalás
- a posteriori** – tapasztalatokon alapuló, utólagos(an) azokból következtetett, tapasztalati (megállapítás, ítélet)
- approximáció** – közelítés; eljárás ismeretlen mennyiségnek közelítő pontossággal történő meghatározására
- a priori** – a tapasztalatot, a tényeket, megelőző; a tapasztalatot mellőző (megállapítás, ítélet)
- arbitrális** – önkényes, tetszőlegesen választott
- archetípus** – valaminek az ősformája, eredeti ősi alakja ősminta; eszményi, szellemi minta
- aritmetika** – számtan; a matematikának a valós számok körében végzett műveletekkel foglalkozó ága
- aspektus** – szemlélet; nézőpont, megvilágítás, arculat, jelleg
- attribútum** – valaminek lényegi, szükségszerű, tőle elválaszthatatlan tulajdonsága
- auditív** – hallási, a halláson alapuló, vele kapcsolatos
- autonóm** – önálló, független, másától nem függő
- camera obscura** – sötétkamra; fényképezésre használható lyukkamera
- dekontextualizáció** – összefüggésekből történő kiemelés
- determinált** – oksági meghatározottság, ill. ilyen viszony, függés
- dezorientáció** – a tájékozottság hiánya, a tájékozódás zavara, a tájékozódóképesség hiánya
- didaktika** – a neveléstudománynak az oktatás elméletével és módszertanával foglalkozó ága
- differenciálódás** – elkülönülés, megoszlás, szétágazás, különbségek keletkezése és növekedése, szervek kialakulási folyamata az egyedfejlődés során
- diffundál** – szétterjed, összekeveredik, összevegyül
- diszkontinuus** – nem folytonos (függvény, görbe)
- diszkrét** – nem folytonos, szakadós; elkülönült tagokból álló
- diszkurzív** – beszélgetve kifejtő v. következtető
- disszipatív** – dinamikus állapot, amelyet állandó energiaáramlás tart fenn

**diverzitásfok** – valamitől való eltérés, elhajlás mértéke  
**dogmatikus** – bizonyítás nélküli, megváltoztathatlannak hirdetett tétel v. tan  
**dominancia** – fölérendeltség; irányító jelleg, valaminek v. valakinek a túlsúlya a többi felett  
**effektorszervek** – végrehajtó szervek  
**ektoszemantikái** – a szemantikán kívüli  
**ekvivalencia** – egyenértékűség, kölcsönös megfelelés  
**eliminál** – kiküszöböl, eltávolít  
**enkódolás** – értelmezés, megfejtés, dekódolás  
**entitás** – valamely dolog tulajdonságainak az összessége, egység, elem  
**enzim** – különféle biokémiai folyamatokat gyorsító katalizátorfehérje  
**episztemológiai** – az ismeretelmélettel összefüggő  
**evolúció** – a természetben és a társadalomban lejátszódó hosszú időtávú szüntelen, fokozatos, ugrás nélküli változások; a biológiában a magasabb rendű szervezeteknek az alacsonyabbakból való kifejlődése, fokozatos átalakulása  
**experimentális** – kísérleti; kísérleti, tapasztalati úton nyert  
**explicit** – kifejtett, egyértelműen kifejezett, világosan kimondott  
**exploratív** – felfedező, felderítő, a felfedezéssel kapcsolatos  
**exponenciális** – az ismeretlent a hatványkitevőben tartalmazó függvény; ennek megfelelő ütemű növekedés  
**extrapoláció** – jövőbeli érték, mennyiség közelítő meghatározása, az előzetesen már ismert értékek alapján  
**extraszomatikus** – testen kívüli, de annak funkciójával kapcsolatban lévő, kihelyezett  
**ezoterikus** – titkos, rejtett; csak a beavatottak számára érthető v. hozzáférhető  
**face-to-face** – személyes(en), szemtől szembe  
**falszifikáció** – cáfolat, valaminek a megcáfolása  
**feromon** – egyes rovarok csalogató illathormonja  
**filogenezis** – törzsfelföldés; az a folyamat, amelynek során meglevő fajokból új fajok alakulnak ki  
**fitnesz** – alkalmasság, megfelelés, megfelelő/odaillő volta valaminek, jó kondíció; állóképesség  
**fluid** – folyékony, cseppfolyós; gördülékeny, könnyed; változó, változékony  
**fonetikus** – hangzás, kiejtés szerinti; írás, amely a hangok kiejtésének pontos visszaadására törekszik  
**phototropizmus** – a fény irányába történő fordulás v. a tőle való elhajlás  
**frazéálás** – jellemző szóhasználat, kifejezésmód  
**genom** – sejt teljes genetikai anyaga  
**glikogén** – az állati szervezetben (főleg az izmokban és a májban) tartalék tápanyagként felhalmozódó nagy molekulájú szénhidrát  
**heterogén** – nem egynemű elemekből álló, egymástól elütő, egymással össze nem férő, másfajta, másnemű  
**heurisztikus** – rávezető, kitaláltató (módszer)  
**hipermedialitás** – hipertextes szervezésű és megjelenítésű multimediális információkra vonatkozó  
**hipotézis** – még nem bizonyított feltevés, feltételezés, valamely jelenség megmagyarázására

**holisztikus** – teljességre törekvő illetve azt kifejező, az egészt magában foglaló

**idolumok** – áleszme, szofizma, téves elképzelések, illetve azok rendszere

**implementáció** – átültetés a gyakorlatba, megvalósítás

**implicit** – valamiben bennfoglalt (v. vele járó), hozzátartozó, hallgatólagosan beleértett, hallgatólagos, ki nem fejezett/mondott

**imprinting** – bevésődés; egyes állatfajok fejlődésének meghatározott nagyon korai szakaszában végbemenő tanulási folyamat

**impulzív** – ösztönző erejű (dolog), spontán, természetes megfontolás nélküli cselekvés

**indusztriális** – ipari, az ipari forradalommal illetve az ipari társadalommal kapcsolatos

**inflexiós pont** – elhajlás, irányváltozás, két ellenkező irányú függvénymenet közötti átmenet

**inkompatibilitás** – összeférhetetlenség, összeegyeztethetlenség

**inspiráció** – ihlet, sugallat, befolyásolás, ösztönzés, sugalmazás

**integratív** – egységesítő, összevonó, beépítő, beillesztő

**intenzitás** – a hatás erőssége, hatások, erősség

**interakció** – kölcsönös viszony, kölcsönös egymásra hatás, kölcsönhatás

**interdependencia** – két- vagy többoldalú kölcsönös függés

**interdiszciplináris** – több tudományára kiterjedő, több szakterületet közösen érintő

**interfész** – illesztő, csatoló; két funkcionális egység összekapcsolhatóságát és együttes működését biztosító érintkező felület

**interperszonális** – személyek közötti

**interpoláció** – következtetés a függvény közelítő értékére már ismert adatok alapján

**intervallum** – időköz; az idő két határpontja közé eső rész; egyenesnek két pont közötti szakasza; két adott szám közötti számok halmaza

**intonáció** – hangvétel, hanglejtés, hanghordozás

**introspektív** – befelé forduló, saját belső, lelki életét elemző

**intuitív** – ösztönös megérzés, felismerés, az igazság előzetes, közvetlen, élményszerű felismerése, amely a felhalmozott tapasztalatokon, a korábban szerzett ismereteken alapul

**invariancia** – értékek zavaró tényezők hatására is megmaradó állandósága

**inverz** – fordított, megfordított

**kanonizált** – helyesnek, szabványnak, kötelező szabálynak elfogadott

**karteziánus** – R. Descartes francia filozófusnak (latinul Cartesius) és követőinek tanítása

**katalizátor** – magában a folyamatban részt nem vevő, a kémiai folyamat sebességét megváltoztató anyagok

**kauzalitás** – okság; az anyagi világ jelenségei közötti azon szükségszerű összefüggés, hogy az egyik jelenség, az ok kiváltja a másikat, az okozatot

**kibernetika** – a komplex rendszerek irányításának logikai és matematikai alapú elmélete és gyakorlata

**kognitív** – megismerő, a megismerésre vonatkozó

**koherens** – összefüggő, összetartozó, állandó

**kompatibilis** – beépülésre/beépítésre alkalmas, összekapcsolható

**konceptuális** – valamilyen koncepció szerint elrendezett

**konvenció** – megegyezés, megállapodás, egyezmény, szerződés, játékszabály, bevett szokás

**konvergencia** – különböző folyamatok azonos irányba történő, összetartó fejlődése  
**korreláció** – kölcsönös viszony, összefüggés; egymástól való függőség, egymásnak való megfelelés  
**kritérium** – ismerv; meghatározó, megkülönböztető jegy, fontos mozzanat, döntő tényező  
**kumulatív fejlődés** – a fejlődés során elért eredmények felhalmozódása, összegeződése  
**látens** – lappangó, rejtett, nyíltan még nem jelentkező, illetve nem felismerhető  
**laterális** – oldalsó, oldalirányúan, nem hierarchikusan kapcsolódó  
**lineáris** – egyenes vonalú, egyenletesen változó; sorba rendezett  
**literátus** – az irodalomban jártas, művelt, olvasott (ember)  
**lokális** – helyi, helyhez kapcsolódó, a globális ellentétpárja  
**luddita** – gépromboló; angol munkások a 19. sz. elején szétverték a gépeket, mert munkalehetőségüket feltették (Ned Ludról, a mozgalom kezdeményezőjéről)  
**manifesztálódás** – megnyilvánulás, érvényre jutás, érvényesülés, kifejeződés  
**mátrix** – téglalap alakú táblázat, amelyben a számok (elemek) sorokban, illetve oszlopokban vannak elrendezve  
**membrán** – az élő sejt biológiailag aktív hártálya; határoló felület  
**mentális** – értelmi, észbeli, az elmében lejátszódó  
**metakommunikációs** – a beszédet kísérő, többé-kevésbé nem szándékos és nem tudatos taglejtés, fintor stb.  
**metatrend** – több folyamat, trend együttes változását befolyásoló, általánosabb érvényű független változó  
**mnemotechnika** – az emlékezést (a megjegyzést és felidézést) megkönnyítő eljárások  
**monoton** – egyhangú, változatosság nélküli, unalmas, mindig ugyanabban az irányban változó sorozat  
**multidimenzionális** – többtényezős, több irányba kiterjedő  
**mutáció** – változás, a genetikai anyag ugrásszerűen fellépő öröklődő megváltozása  
**narratív** – elbeszélő, elmesélő, történetben elbeszélő  
**navigáció** – a tájékozódás képessége, gyakorlata, módszerei  
**negentrópus** – az entrópia csökkentésére képes, az entrópia csökkenését eredményező  
**nonverbális** – az emberi kommunikáció során nem a szavak által közvetített jelek  
**nooszféra** – az emberi tudatok és azok termékeinek összessége  
**operacionális** – működő, valamit véghezvivő  
**optimalizálás** – a legkedvezőbb feltételek kialakítása  
**ökonometria** – matematikai statisztikai módszerek alkalmazása a közgazdaságtanban  
**par excellence** – különösképpen, a legnagyobb mértékben, igazi, a szó szoros értelmében vett (dolog)  
**paradigma** – elfogadott általános tudományos tételek együttese; a kor tudományos világképe  
**parafrázis** – átfogalmazás, idegen szerző művéből vett téma szabad feldolgozása, átírása  
**paralingvisztika** – a közlés hangos nyelvi részéhez járuló egyéb egyezményes és járulékos jelek (pl. taglejtés) információhordozó elemeinek kutatása  
**paraméter** – adott rendszer állapotát, ill. sajátosságát meghatározó v. befolyásoló mérhető jellemzők  
**paranyelv, paraverbális, paravokális** – lásd: paralingvisztika  
**percepció** – érzékelés, a valóságnak érzékszervi észlelése

**percipiál** – érzékel, észlel, az érzékekkel felfog  
**perfekció** – tökéletesség, teljesség, ügyesség  
**periféria** – valaminek a külső része, széle, határa; a számítógépnek a központi egységén kívül eső adatbeviteli, -kiviteli, -tároló elemeinek az elnevezése  
**periodicitás** – időszakosság, szakaszosság; valaminek rendszeres ismétlődése  
**plaszticitás** – képlékenység, formálhatóság; szemléletesség  
**politextualitás** – szövegek, információelemek sokfélesége  
**populáció** – népesség, egy faj egyedeinek azonos élőhelyen élő része  
**populizmus** – az egyszerű emberekhez közel álló, hétköznapi életet hangsúlyozó  
**posztindusztriális** – az ipari társadalmat meghaladó  
**pozicionálás** – rámutatás, ráhelyezés  
**prealfabetikus** – a fonetikus írást megelőző  
**prehistóriai** – az írott történelmet megelőző  
**presapiens** – a homo sapiens előtt élt korai emberek  
**procedurális** – műveleteket végző, illetve azok végzésével kapcsolatos  
**reciprocitás** – kölcsönösség, viszonyosság  
**rekombinációk** – új sajátosságok megjelenése az utódban, amelyek ilyen csoportosításban a szülőknél nem voltak jelen  
**rekurzív** – algoritmus szerint ismétlődő lépésekből álló műveletsorozat, ahol az eredmény további műveletek kiindulópontjaként visszatér  
**reláció** – viszony, viszonyulás, kapcsolat  
**releváns** – lényeges, jellemző, hiteles  
**replikáció** – lemásolódás, megkettőződés  
**reprezentatív** – jellemző, olyan rész, amely az egészet jellemzi  
**retribalizáció** – a törzsi jellemzők újbóli megjelenése  
**reverzibilis** – megfordítható, mindkét irányban lejátszódó  
**stochasztikus** – olyan rendszer, amelynek elemei bizonyos valószínűségek szerint jelentkeznek  
**szegmentálás** – részekre, elkülönült egységekre bontás  
**szekvenciális** – sorba rendezett  
**szelekció** – válogatás, kiválogatás  
**szenzoros** – érzékszervek által megjelenített  
**szimbiotikus** – valamivel kölcsönösen előnyös kapcsolatrendszerben működő  
**szimuláció** – egy rendszer várható viselkedésnek, alakulásnak előzetes lejátszása, megjelenítése  
**szimultán** – egyidejű; együtt, együttesen, egyszerre történő  
**szinergia** – együttműködés, amelynek során az együttműködő elemek együttes hatása érvényesül  
**szintézis** – valaminek alkotóelemeiből történő létrehozása, részek egybekapcsolása  
**sztereospecifitás** – az alkotóelemek térbeli elrendeződése határozza meg tulajdonságait  
**szubsztancia** – minden létező legáltalánosabb és legbensőbb lényege, anyag  
**szupraszegmentális** – több hangtani egységre kiterjedő, átfogó, ráépülő  
**taktilis** – a tapintással kapcsolatos, tapintási, érintési  
**technofób** – technikaellenes  
**technofil** – a technikát kedvelő  
**terminus** – határidő, szakkifejezés

**terminus technicus** – szakkifejezés, szakmai szóhasználat  
**textualitás** – speciális szövegszerkezet, szövedék  
**transzferálás** – áthelyezés, átszállítás, átvitel  
**transzformáció** – átalakítása, átformálás  
**tribális** – törzsi, a törzsi társadalomszerkezetre jellemző  
**verifikáció** – valamilyen állítás igazolása, megerősítése, bizonyítása; érvényesség meg-  
állapítása  
**zigóta** – megtermékenyített petesejt

Sorozatunkban megjelenő „Információ és társadalom” c. könyv régi tervünk megvalósulását jelenti. Az alkalmazott informatika praktikus ismeretei inkább foglalkoztatják a szerzőket, mint a teoretikus, az információs társadalmat leíró, azt megértő, trendeket és célokat felvázoló tartalmak.

A 21. század várhatóan az információ százada lesz. A 20. század közepétől a számítógépes forradalommal párhuzamosan fejlődött a molekuláris biológia, és a DNS szerkezetének felismerése után alig 50 évvel az öröklődésért, az emberi „minta” kibontásáért felelős kódot is sikerült meghatározni. Két kód, két egymástól eltérő, mégis egymással lényegi kapcsolatban álló információs rendszer került az érdeklődés középpontjába: az öröklődés kémiai szerkezetben kódolt molekuláris, anyagba zárt nyelve, valamint a bináris számjegyekkel kódolt gépi nyelv, a számszimbólumok „anyagtalan” világa.

Gyakran a tantervekben is leszűkítjük ezeket az ismereteket, pedig súlya ma már nem elhanyagolható. Szükséges valamennyi információs szakember számára a szakmai célok helyes megfogalmazásához, az irányok kijelöléséhez, de szükséges minden polgár számára a sikeres és boldog élethez.

Ennek megfelelően mindenki számára hasznos olvasmány lehet.

Tananyagként ajánljuk elsősorban az informatikus-könyvtáros hallgatóknak, de valamennyi informatikai szakterületen kiegészítő ismereteket jelenthet.

Eszterházy Károly Főiskola Eger, 2002

